



## SMART PARK

**RICARDO FILIPE DOS SANTOS COSTA**

Outubro de 2017

# **SMART PARK**

**Ricardo Filipe dos Santos Costa**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Informática, Área de Especialização em  
Sistemas Computacionais**

**Orientador: Paulo Baltarejo**

Porto, 22 de outubro de 2017



**“Tudo aquilo que sou, ou pretendo ser, devo a um anjo, a minha Mãe.”**

**A Ela lhe dedico este curso...**



# Resumo

As tecnologias sem fios têm vindo a ser alvo de grandes desenvolvimentos o que se apresenta como uma excelente oportunidade para empresas automatizarem e otimizarem os seus processos de negócio. A tecnologia *Bluetooth Low Energy* (BLE) permite estes automatismos com baixo nível de investimento permitindo acesso a informação relativa á localização de equipamentos em tempo real.

Este projeto surge da necessidade da Caetano Retail em possuir uma ferramenta que permita o *tracking* de viaturas nas suas instalações, bem como uma ferramenta para o apoio á decisão na gestão de espaço e no processo de preparação de viaturas.

A arquitetura apresentada foi implementada em ambiente laboratorial e o resultado foi um protótipo funcional que serve como prova de conceito e que utiliza *beacons* e antenas BLE por forma a simular o posicionamento das viaturas.

Os processos cobertos por este protótipo contam com o suporte de uma aplicação móvel que permite assegurar a mobilidade dos colaboradores pelas instalações.

A informação recolhida pela infraestrutura de antenas é enviada para uma plataforma central que efetua o processamento dos dados e permite ao utilizador a gestão do sistema.

**Palavras-chave:** BLE, Beacons, Tracking, Viaturas, Mobile, Web



# Abstract

Wireless technologies have been the target of major developments which presents itself as an excellent opportunity for companies to automate and optimize their business processes. Bluetooth Low Energy technology enables these automatization with low-investment providing access to real-time location information.

This project arises from the need of Caetano Retail to have a tool that allows the tracking of vehicles in its facilities, as well as a tool to support the decision in the space management and the process of vehicles preparation.

The architecture presented was implemented in laboratory environment and the result was a functional prototype that serves as proof of concept and that uses beacons and BLE antennas to simulate the positioning of the vehicles.

The processes covered by this prototype are supported by a mobile application that ensures the mobility of employees in the facilities.

The information collected by the infrastructure of antennas is sent to a central platform that performs data processing and allows the user to manage the system.

**Keywords:** BLE, Beacons, Tracking, Viaturas, Mobile, Web





# Agradecimentos

Aos companheiros de curso Ana Almeida, Bruno Gomes, Nuno Lima e Viviana Baptista, pelas longas horas de estudo, pelo convívio, por toda a entreaajuda ao longo do curso, mas acima de tudo pela amizade a qual espero manter por muitos e bons anos.

Ao meu orientador Professor Paulo Baltarejo por toda a disponibilidade e apoio prestado durante o projeto, a ele o meu muito obrigado.

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto, mais concretamente ao Departamento de Engenharia Informática (DEI) e respetivo corpo docente pela oportunidade proporcionada ao longo do tempo em adquirir novos conhecimentos e pelo meu desenvolvimento enquanto aluno, mas também enquanto pessoa.

Ao meu pai e irmão pela presença constante ao longo da vida.

A minha esposa pelo apoio incondicional e por todo o seu esforço no decorrer deste curso, sem ela não teria sido possível concluir este nosso objetivo.

Aos nossos filhos Afonso e Francisca pelo sentido que trouxeram as nossas vidas.



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1	Enquadramento .....	1
1.2	Problema.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.4	Contributos .....	2
1.5	Organização .....	3
<b>2</b>	<b>Contexto .....</b>	<b>4</b>
2.1	Propósito.....	4
2.1.1	Propósito do projeto e potências clientes .....	4
2.1.2	Satisfação dos requisitos do cliente .....	5
2.1.3	Definição de valor para a Caetano Retail.....	5
2.1.4	Adaptação de projetos existentes.....	5
2.1.5	Ponto de vista dos colaboradores e fornecedores.....	6
2.2	Análise de Valor .....	6
2.2.1	Modelo NCD.....	6
2.2.2	Valor, valor percebido, valor para o cliente .....	7
2.2.3	Método AHP .....	8
2.3	Sumário do capítulo.....	9
<b>3</b>	<b>Estado de arte .....</b>	<b>10</b>
3.1	BLE - Beacons .....	10
3.1.1	Beacons .....	12
3.1.2	Protocolo Ibeacon .....	13
3.1.3	Protocolo Eddystone .....	15
3.1.4	Casos de Estudo .....	16
3.2	RFID .....	17
3.2.1	Tags.....	18
3.2.2	Readers .....	19
3.2.3	Casos de estudo .....	20
3.3	Dispositivos utilizados .....	20
3.3.1	IBS01.....	20
3.3.2	BlueBeacon .....	21
3.4	Tecnologias.....	22
3.4.1	.net core .....	22
3.4.2	MVC .....	23
3.4.3	OMR.....	23
3.4.4	Android.....	24
3.5	Avaliação dispositivos .....	26
3.6	Hipóteses .....	26

3.7	Metodologia .....	26
3.8	Sumário do capítulo .....	27
<b>4</b>	<b>Descrição técnica.....</b>	<b>28</b>
4.1	Análise.....	28
4.1.1	Requisitos funcionais .....	28
4.1.2	Requisitos não funcionais .....	29
4.1.3	Casos de uso.....	29
4.2	Design.....	38
4.2.1	WEB APP E MOBILE APP.....	40
4.2.2	Rede Sensores.....	40
4.2.3	Enterprise Service Bus (ESB).....	40
4.2.4	Base de dados.....	40
4.3	Sumário do capítulo.....	41
<b>5</b>	<b>Desenvolvimento do Protótipo.....</b>	<b>42</b>
5.1	Arquitetura Utilizada .....	42
5.2	Descrição do protótipo .....	43
5.3	MOBILE APP.....	44
5.3.1	Detalhes desenvolvimento.....	47
5.4	WEB APP.....	49
5.4.1	MVC .NET .....	49
5.4.2	ORM.....	52
5.4.3	EMAIL .....	53
5.5	Interface BLE .....	54
5.5.1	BLE interface.....	54
5.5.2	Beacons e Antenas .....	56
5.6	Trabalho Futuro.....	57
5.6.1	SAML .....	57
5.6.2	Segurança comunicação.....	58
5.7	Sumário do capítulo.....	58
<b>6</b>	<b>Avaliação da Solução.....</b>	<b>59</b>
6.1	Solução e Hipóteses .....	59
6.2	Metodologia .....	59
6.2.1	Análise de resultados .....	60
6.3	Sumário do capítulo.....	62
<b>7</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>63</b>
7.1	Conceção e Desenvolvimento .....	63
7.2	Implementação e Testes .....	64
7.3	Trabalho futuro .....	64



# Lista de Figuras

Figura 1 – Stack Protocolos Bluetooth e BLE [4] .....	11
Figura 2 – Beacon [5].....	12
Figura 3 – Fontes de alimentação [4] .....	13
Figura 4 – Distância versus potência do sinal [7] .....	13
Figura 5 – Estrutura de um pacote ibeacon [5].....	14
Figura 6 – Formato Pacotes Eddystone [4] .....	16
Figura 7 – Sistema RFID [11].....	17
Figura 8 – Componentes Tag [13] .....	18
Figura 9 – RFID Frequências e características [14].....	19
Figura 10 – Leitores RFID [5] .....	19
Figura 11 - Beacon IBS01 [17].....	21
Figura 12 - Pacote e Payload [18].....	21
Figura 13 - Output Beacon [18].....	21
Figura 14 - Blueup Usb Beacon [19] .....	22
Figura 15 - Diagrama .NET Core [20] .....	23
Figura 16 - Padrão MVC [21] .....	23
Figura 17 – ORM [22] .....	24
Figura 18 - Market Share Sistemas operativos móveis [24].....	24
Figura 19 - Arquitetura Android [25] .....	25
Figura 20 - Equação rejeição de hipótese .....	26
Figura 21 - Processo Recepção Viaturas.....	28
Figura 22 - Diagrama Casos de Uso .....	29
Figura 23 - UC01: Login utilizador .....	31
Figura 24 - UC02: Criar Parques .....	32
Figura 25 - UC03: Criar Zona.....	33
Figura 26 - UC04: localizar Viatura .....	34
Figura 27 - UC05: Verificar estado parque .....	35
Figura 28 - UC06: Inventariar Parque .....	36
Figura 29 - UC07: Receber viatura.....	37
Figura 30 - UC08: Confirmar Posição.....	38
Figura 31 – Diagrama de componentes .....	38
Figura 32 – Processo de recepção viaturas .....	39
Figura 34 - Arquitetura implementada.....	42
Figura 35 - Diagrama de Sequência Protótipo .....	43
Figura 36 - Equação distância em função da potencia do sinal recebido [14].....	44
Figura 37 - Activity Home .....	45
Figura 38 - Activity Scan Beacons .....	45
Figura 39 - Activity Get Cars .....	46

Figura 40 - Activity Associate .....	46
Figura 41 - Validação Bluetooth .....	47
Figura 42 - AsyncTaks Get Http .....	48
Figura 43 - OkHttp Post Request .....	48
Figura 44 - WEB APP .....	49
Figura 45 - Migratoins DB.....	49
Figura 46 - <i>Controller</i> Leituras .....	50
Figura 47 - Controller SensorViaturas .....	50
Figura 48 - Dbcontext DB .....	51
Figura 49 - View Leituras .....	51
Figura 50 - First Code [22] .....	52
Figura 51 - Model Antena .....	52
Figura 52 - Código envio de email.....	53
Figura 53 - Raspberry PI [29] .....	54
Figura 54 - Diagrama de sequência leituras BLE .....	55
Figura 55 - Codigo Python .....	55
Figura 56 - Antena IGS01 [30] .....	56
Figura 57 - Beacon Advertising .....	56
Figura 58 - Conectividade iGS01 [30] .....	56
Figura 59 - Diagrama de sequencia SAML [31] .....	57
Figura 60 - Funcionamento SSL [32].....	58
Figura 61 - Questionário Satisfação .....	60



# Lista de Tabelas

Tabela 1 – Relação custos / Benefícios .....	8
Tabela 2 – Especificações Bluetooth versus BLE [4].....	11
Tabela 3 – Tempo de vida das baterias [4].....	13
Tabela 4 – Caso pratico de aplicação dos parâmetros .....	14
Tabela 5 - Ensaio aos sensores.....	27
Tabela 6 - Resultados teste leituras sensores.....	27
Tabela 7 - UC01: Login utilizador.....	30
Tabela 8 - UC02: Criação de Parques .....	31
Tabela 9 - UC03: Criar Zona .....	32
Tabela 10 - UC04: Localizar Viatura.....	33
Tabela 11 - UC05: Verificar Ocupação.....	34
Tabela 12 - UC06: Inventariar Parque .....	35
Tabela 13 - UC07: Receber Viatura .....	36
Tabela 14 - UC08: Confirmar Posição .....	37
Tabela 15 - Respostas Questionário .....	61
Tabela 16 – Medições entrada de viaturas em sistema.....	62
Tabela 17 - Resultados teste medição tempos .....	62



# Acrónimos e Símbolos

## Lista de Acrónimos

<b>ACID</b>	<i>Atomic Consistent Isolated Durable</i>
<b>AHP</b>	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
<b>API</b>	<i>Application Programming Interface</i>
<b>BLE</b>	<i>Bluetooth Low Energy</i>
<b>BPM</b>	<i>Business Process Management</i>
<b>CRC</b>	<i>Cyclic Redundancy Check</i>
<b>ESB</b>	<i>Enterprise Service Bus</i>
<b>GPS</b>	<i>Global Positioning System</i>
<b>HTTP</b>	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
<b>HTTPS</b>	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>
<b>MDC</b>	<i>Model View Controller</i>
<b>NFC</b>	<i>Near Field Communication</i>
<b>NFC</b>	<i>New Concpet Development</i>
<b>ORM</b>	<i>Object-relational Mapping</i>
<b>PDU</b>	<i>Protocol Data Unit</i>
<b>PHY</b>	<i>Physical Layer</i>
<b>PUUID</b>	<i>Proximity Universally Unique Identifier</i>
<b>REST</b>	<i>Representational State Transfer</i>
<b>RFID</b>	<i>Radio Frequency Identification</i>
<b>SAML</b>	<i>Security Assertion Markup Language</i>
<b>SDK</b>	<i>Software Development kit</i>
<b>SMTP</b>	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>

<b>SSL</b>	<i>Secure Sockets Layer</i>
<b>TLS</b>	<i>Transport Layer Security</i>
<b>USB</b>	<i>Universal Serial Bus</i>

## **Lista de Símbolos**

$\mu$	Miú
-------	-----



# 1 Introdução

No capítulo inicial deste documento será efetuado o enquadramento do projeto, a descrição do problema que se pretende resolver, os objetivos a atingir bem como os contributos do seu desenvolvimento assim como a descrição da estrutura do documento.

## 1.1 Enquadramento

O retalho automóvel encontra-se em franco crescimento no mercado português dada a evolução positiva de vendas dos últimos anos, sendo que no presente ano conta com a entrada em circulação de perto de 250 mil viaturas novas [1].

A Caetano Retail é uma organização que agrega várias empresas do Grupo Salvador Caetano desenvolvendo a sua atividade na área do retalho automóvel e contando com perto de 100 pontos de venda. Com vista a acompanhar as tendências do mercado, a empresa aposta em possuir um vasto stock de viaturas novas e usadas distribuído de norte a sul do país. Esta estratégia exige uma dinâmica elevada na gestão de espaço, na localização de viaturas nos parques das instalações e na integração com os processos internos de vendas. Atualmente apresentam-se como matérias problemáticas e com um impacto negativo nas operações diárias.

Este projeto enquadra-se na disciplina de Tese Mestrado (TMDEI) do Mestrado em Engenharia informática, no ramo de Sistemas Computacionais do Instituto Superior de Engenharia do Porto e visa o desenvolvimento de uma solução à medida da Caetano Retail.

## 1.2 Problema

A empresa comercializa 20 marcas de automóveis no território nacional, em que cada uma dessas marcas apresentam um processo diferente para encomenda de viaturas, sendo este efetuado nos portais *web* disponibilizados pelos importadores.

Atualmente não existem interfaces com o sistema de gestão utilizado na organização, o que obriga a introdução manual de dados essenciais tais como a data de entrada de viatura nas instalações, a receção e saída da viatura do parque. Estes elementos de exemplo são essenciais e dado que a sua introdução é efetuada manualmente verifica-se o aumento da probabilidade de erro humano para além de atrasar consideravelmente todo o processo.

Paralelamente e dado o volume de vendas da empresa, o qual ultrapassou as 21000 unidades em 2016 a gestão de espaço existente é desajustada da realidade uma vez que é efetuada manualmente por vários intervenientes em que cada um usa os seus métodos e sem o apoio de uma ferramenta informática. Estas questões traduzem-se num impacto elevado na operação diária da organização o que se reflete em custos diretos e indiretos elevados.

### **1.3 Objetivos**

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão na gestão de espaços, mais especificamente a gestão dos parques de viaturas da Caetano Retail.

A solução será dividida em três componentes: aplicação móvel, rede sensores e a plataforma web.

A primeira passa pelo desenvolvimento de uma aplicação móvel que irá suportar o processo de receção e de entrada das viaturas no parque, a segunda assegurar a comunicação com os sensores colocados nas viaturas por forma a permitir a sua localização nos parques e por fim o desenvolvimento da plataforma central que irá reunir toda a informação e será responsável pela integração com os sistemas atualmente existentes.

### **1.4 Contributos**

A implementação desta solução irá contribuir para a otimização de processos atuais, bem como a criação de novas metodologias agilizando as interações entre os departamentos de vendas e após-venda o que se traduzirá na diminuição de custos e o aumento da satisfação dos clientes.

Este projeto apresenta as seguintes contribuições específicas:

- Propõe a redefinição do processo de receção de viaturas, permitindo documentar centralmente todas as receções e automatizar o registo nos sistemas atuais.
- Otimizar as auditorias internas e externas ao stock de viaturas, dado que este projeto contempla a localização aproximada nos parques da empresa.
- Aplicar uma nova abordagem na gestão de espaço dos parques de viaturas espalhados pelo território nacional.
- Possibilita a redução de custos e contribui para a otimização de recursos no processo global de preparação de viaturas.
- Assegura a redução de tempo na entrega das viaturas aos clientes finais.

## **1.5 Organização**

No primeiro capítulo (Introdução) é apresentada uma Introdução contendo um resumo do enquadramento, a definição do problema, os objetivos e os contributos deste projeto. No segundo capítulo (Contexto) é apresentado o propósito do projeto, a análise do problema e o valor gerado. No terceiro capítulo (Estado de arte) são descritas tecnologias analisadas para este projeto apresentando as suas características e os seus protocolos, sendo apresentados os testes estatísticos efetuados a dois sensores por forma a identificar o que melhor enquadra no projeto. No quarto capítulo (Descrição técnica) é apresentada a análise, o design da solução e a arquitetura considerando uma alternativa. O quinto capítulo (Desenvolvimento do protótipo) é descrita a implementação do protótipo tendo por base arquitetura definida. No sexto capítulo (Avaliação) são apresentadas as hipóteses e a metodologia utilizada nos testes que foram efetuados por forma a medir o impacto da solução no dia a dia da organização. Por fim o sétimo capítulo (Conclusões) descreve as conclusões associadas às varias fases do protótipo sendo também apresentados os próximos passos do projeto.



## 2 Contexto

Neste capítulo será efetuada uma análise detalhada ao problema, bem como a identificação do valor gerado por este projeto em função das diferentes perspetivas.

### 2.1 Propósito

“A definição de um problema é bem mais importante do que a solução” (Albert Einstein).

O desenvolvimento deste projeto surge da identificação e análise dos problemas existentes em contexto real numa área específica de atividade da Caetano Retail. Nesta secção será efetuada uma análise detalhada ao problema incluído os pontos de vista dos diferentes *stakeholders*<sup>1</sup>.

#### 2.1.1 Propósito do projeto e potências clientes

O propósito fundamental deste projeto assenta no desenvolvimento de uma plataforma que permita a recolha e respetivo tratamento de dados emitidos pelos dispositivos inseridos nas viaturas, traduzindo a informação resultante numa ferramenta de apoio à decisão quer na gestão de espaço, bem com a localização de viaturas distribuídas pelos parques da empresa.

Este projeto será desenvolvido à medida e de acordo com os processos da Caetano Retail, no entanto o seu desenvolvimento será efetuado numa abordagem modular, quer para ser mais fácil a introdução de alterações, quer para se adaptar a outras áreas de negócio da empresa.

---

<sup>1</sup> Entende-se como *Stakeholder* uma pessoa, grupo ou organização que assumem um papel direto ou indireto na gestão e resultados da organização. [33]

### **2.1.2 Satisfação dos requisitos do cliente**

A solução irá permitir ao cliente analisar o nível de ocupação dos seus parques e obter de forma automática a localização das viaturas, ao invés de ter que se deslocar fisicamente ao parque para os habituais inventários. Uma vez conhecida a localização e a ocupação, espera-se que o tempo de recolha no parque diminua drasticamente e que esta solução influencie de forma positiva as decisões sobre o fluxo de viaturas.

Paralelamente espera-se a alteração de alguns processos internos tais como o de preparação de viaturas no sentido de o integrar com a solução otimizando sinergias entre departamentos da empresa. Estes fatores contribuem para melhorar a eficácia dos processos desde a encomenda das viaturas até à entrega aos clientes finais.

### **2.1.3 Definição de valor para a Caetano Retail**

A possibilidade de obter automaticamente a ocupação dos parques, a localização de viaturas, o apoio à tomada de decisão no fluxo de viaturas e a integração com os processos internos de preparação apresentam-se como fatores chave e com valor acrescentado para a empresa.

Este projeto irá permitir ao cliente identificar onde se encontram as viaturas distribuídas pelos diversos parques, a otimização do processo de receção de viaturas, a integração com os sistemas internos e a criação de uma ferramenta essencial no apoio à decisão na gestão de parques. Estes fatores traduzem-se em ganhos financeiros diretos e indiretos para além do aumento significativo da satisfação do cliente.

### **2.1.4 Adaptação de projetos existentes**

Para a concretização deste projeto não é necessário a criação/utilização de uma nova tecnologia. m vez disso é preferível a utilização de tecnologias bem desenvolvidas e com muitos anos de utilização no mercado global.

A adoção de soluções existentes foi considerada para este projeto, no entanto pretende-se que todo o desenvolvimento seja controlado pela Caetano Retail o que não aconteceria caso este fosse efetuado por uma organização externa.

Outro aspeto importante que foi tido em conta prende-se com o nível de complexidade e tempo necessário para a adaptação de uma solução existente face ao desenvolvimento de raiz de acordo com os padrões definidos pela empresa.

### 2.1.5 Ponto de vista dos colaboradores e fornecedores

Os colaboradores da Caetano Retail nomeadamente os intervenientes nos processos anteriormente descritos passam a ver muitos dos problemas do dia a dia resolvidos. No momento da receção da viatura passam a dispor de uma ferramenta que permite facilmente registar automaticamente a receção da viatura e o estado geral da mesma.

Relativamente à gestão de espaço este projeto permite atempadamente gerir os fluxos de viaturas entre instalações por forma a que não se atinga os limites físicos dos parques. O arranque dos processos *Business Process Management* (BPM) de preparação deixam de ter a intervenção no sistema por parte do colaborador.

Os fornecedores dos equipamentos necessários para este projeto demonstram expectativa no projeto, uma vez que se prevê um bom encaixe financeiro com a aquisição de uma grande quantidade de dispositivos necessários ao suporte desta solução entre os quais os *beacons*, as *gateways*, os ativos de rede e os servidores.

## 2.2 Análise de Valor

Nesta secção será descrita a aplicação do modelo de *New Concept Development* (NCD) a esta solução, detalhando o valor gerado e por fim apresentado o modelo de negócio deste projeto.

### 2.2.1 Modelo NCD

O modelo NCD surge com o intuito de definir uma linguagem comum entre as componentes do *Front End of Innovation*, no qual as ideias e os conceitos iteram entre os cinco elementos chave desde a Identificação de oportunidade, a análise oportunidade, a geração de ideias, a seleção de ideias até à definição do conceito.

#### 2.2.1.1 Identificação e análise de Oportunidade

O mercado automóvel português encontra-se em franca expansão tendo em conta o volume de vendas de viaturas novas atingidas nos últimos anos. A título de exemplo verificou-se que no ano transato foram registadas cerca de 250000 viaturas [1], sendo previsto ultrapassar as 18000 vendas no corrente ano.

Os valores anteriormente apresentados exigem uma dinâmica de stocks muito elevada quer ao nível dos importadores, quer ao nível das concessões auto distribuídas pelo nosso território. A identificação da oportunidade para desenvolver este projeto surge da necessidade identificada na organização em otimizar os processos da receção de viaturas e da gestão de parque. As dinâmicas exigidas na operação diária da empresa não permitem a existência destes processos sem automatismos e com a grande probabilidade de erro gerado por falha humana.

A análise de oportunidade foi efetuada por uma pequena equipa constituída por três elementos dos departamentos de vendas, após venda e sistemas de informação na qual se detalhou mais extensivamente a ideia inicial. Foi também desenvolvido um estudo relativamente ao impacto da oportunidade na organização, no qual se confirmou para além da viabilidade a necessidade de definir linhas orientadoras sobre o caminho a seguir com vista a alcançar o sucesso previsto.

#### 2.2.1.2 Geração e seleção de Ideias

A geração de ideias ocorreu em várias sessões de *brainstorming* com todos os intervenientes nos processos previamente identificados, o que permitiu a aquisição de diversificadas ideias. A reunião de elementos que apresentam diferentes pontos de vista e experiências foi essencial para o enriquecimento de ideias, o que acrescentou um significativo valor à oportunidade inicial. Do *brainstorming* acima referido surgiram as seguintes ideias:

- Aplicação móvel Android ou IOS para suportar o processo de receção de viaturas.
- Relacionar a receção com a encomenda das viaturas.
- Identificação da localização de viaturas (*Global Positioning System* (GPS), *Bluetooth Low Energy* (BLE), *Radio Frequency Identification* (RFID), *Near Field Communication* (NFC)).
- Integração com os processos BPM da empresa.

A seleção de ideias foi efetuada com base em tabelas de decisão tendo em conta diversos fatores tais como a probabilidade de sucesso técnico, os benefícios diretos e indiretos, os requisitos bem como os custos de implementação. Esta atividade permitiu filtrar de uma forma eficaz as ideias com maior valor associado e que justifiquem a implementação.

#### 2.2.1.3 Definição do conceito

A definição do conceito ocorre quando a ideia se encontra totalmente trabalhada, isto é, ao ponto de ser possível apresentar à administração da empresa com vista a sua implementação. Os objetivos passam pela criação de uma solução capaz de otimizar parte do processo de encomendas de viaturas, a localização nos diversos parques da empresa, bem como o apoio à decisão de gestão de parques e fluxo de viaturas entre os diversos concessionários que se encontrem no território nacional. O impacto gerado no cliente é enorme uma vez que permite uma enorme diminuição de tempo necessário para a receção e entrada de viaturas, permite mitigar o risco associado na falha humana, bem como a automatização de processos de interação entre departamentos e otimizando o fluxo de viaturas entre concessionários.

### 2.2.2 Valor, valor percebido, valor para o cliente

*“The creation of value is key to any business, and any business activity is about exchanging some tangible and/or intangible good or service and having its value accepted and rewarded by customers or clients, either inside the enterprise or collaborative network or outside”, [2].*

O conceito de valor é algo extremamente subjetivo dada a sua forte ligação com a componente emocional de cada ser humano, no entanto pode ser entendido pelo rácio existente entre os sacrifícios e os benefícios existentes na aquisição de algo tangível ou não tangível como um bem ou um serviço. O enquadramento com este projeto demonstra que o rácio é extremamente positivo dado o pequeno investimento face aos inúmeros benefícios associados à solução.

O valor percecionado é algo particular uma vez que varia de cliente para cliente dado que reflete a expectativa resultante na relação entre o preço e o valor que o cliente atribui ao produto ou serviço. Neste projeto em particular o valor percecionado é elevado uma vez que resolve um problema específico do cliente de grande impacto na atividade diária da sua empresa. Com vista a fundamentar o valor percecionado foi utilizada a Tabela 1 onde se relacionam os benefícios e os sacrifícios existentes no projeto vistos pela perspetiva do cliente.

Tabela 1 – Relação custos / Benefícios

	<b>Produto</b>	<b>Relação</b>
<b>Benefícios</b>	Desenvolvimento de uma solução à medida nas necessidades do cliente.	Aumento da Satisfação do Cliente; Fortalecimento da imagem da empresa;
<b>Sacrifícios</b>	Custo dos dispositivos ( <i>Beacons</i> / Gateways) Servidores, equipamentos de rede, Tablets	Formação dos utilizadores; Reuniões de acompanhamento

O valor para o cliente reflete a perceção do mesmo relativamente às vantagens diretas e indiretas associadas a determinado produto ou serviço. Com a implementação desta solução o cliente beneficia de uma série de vantagens inerentes, tais como a otimização de processos e de recursos para além de uma ferramenta de apoio à decisão, o que se traduzirá numa enorme redução de sacrifícios nas tarefas associadas aos processos anteriormente descritos.

### 2.2.3 Método AHP

Uma das escolhas necessárias prende-se com o tipo de tecnologia a utilizar para *tracking* de viaturas, esta componente é de extrema importância dado que as alterações de estado dos processos dependem sempre da correta leitura dos dispositivos colocados nas viaturas.

O método de *Analytic Hierarchy Process* (AHP) permite a utilização de multicritérios qualitativos e quantitativos no processo de avaliação e de decisão e será utilizado como trabalho futuro. Os critérios a ter em conta serão a autonomia, o alcance, a precisão e o preço, sendo consideradas as seguintes alternativas BLE, RFID e NFC. A atribuição de pesos aos critérios e alternativas ocorrerá com base em questionários efetuado junto dos intervenientes com o intuito de aferir o valor percebido pelo cliente.

## 2.3 Sumário do capítulo

Neste capítulo identificou-se o propósito deste trabalho com foco no detalhe do problema e no enquadramento de acordo com os diferentes pontos de vista dos *stakeholders* envolvidos. Efetuou-se também uma análise de valor de acordo com o modelo NCD para identificação e análise de oportunidade, geração e seleção de ideias e definição de conceito desde projeto.

## 3 Estado de arte

Neste capítulo serão descritas tecnologias analisadas para este projeto, apresentando as suas características, os seus protocolos, casos de uso e um comparativo entre dispositivos BLE.

O estado de arte efetuado foi centrado nas tecnologias mais relevantes para suporte do processo de localização de viatura nos parques da empresa, este processo assume um papel fulcral para o correto funcionamento da solução. As tecnologias escolhidas foram as que melhor se enquadram com as especificações definidas pelo que este estudo se assume como essencial para definição da escolha a adotar.

A utilização de soluções existentes no mercado foi considerada, no entanto de acordo com padrões da empresa optou-se pelo desenvolvimento de raiz por forma a assegurar o total controlo, conhecimento e direitos sobre o produto.

### 3.1 BLE - Beacons

A tecnologia BLE foi lançada em 2010 no seguimento da especificação Bluetooth 4.0 com o intuito de melhorar o desempenho energético nos dispositivos móveis, no entanto o projeto foi inicialmente desenvolvido pela Nokia em 2006 com o *code name Wibree* [3].

Os dispositivos Bluetooth dividem-se em três tipos relativamente à compatibilidade com a tecnologia BLE tal como se pode verificar na Figura 1. Estes podem ser *Bluetooth Smart Ready* em que nesse caso suportam quer o modo clássico quer o modo BLE, *Bluetooth Smart* em que desse modo apenas suportam BLE ou por fim podem não apresentar compatibilidade com dispositivos BLE.

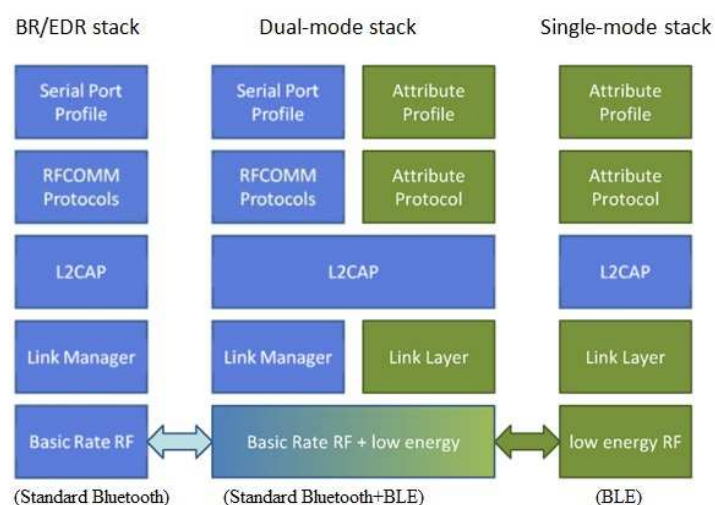


Figura 1 – Stack Protocolos Bluetooth e BLE [4]

Tanto a tecnologia Bluetooth como a BLE operam na banda de 2.4 Giga hertz, no entanto a BLE define 40 canais de 2 Mega hertz dos quais 3 para *advertising* (canal 37,38 e 39) e os restantes para dados, operando nas frequências entre os 2402 Mhz e os 2480 Mhz. A definição BLE destaca-se do standard pelo seu baixo debito de 300kb, pela baixa latência obtida pelo uso de ligações *connectionless* e assíncronas na camada de acesso MAC e pelo seu alcance de cerca de 150 metros em espaço aberto. A Tabela 2 apresenta uma comparação das características entre as tecnologias Bluetooth e BLE.

Tabela 2 – Especificações Bluetooth versus BLE [4]

Specifications	Bluetooth	BLE(Bluetooth Low Energy)
Network/Topology	Scatternet	Star Bus
Power consumption	Low (less than 30 mA)	Very Low (less than 15 mA)
Speed	700 Kbps	1 Mbps
Range	<30 m	50 meters( 150 meters in open field)
RF Frequency band	2400 MHz	2400 MHz
Frequency Channels	79 channels from 2.400 GHz to 2.4835 GHz	40 channels from 2402MHz to 2480 MHz
Modulation	GFSK (modulation index 0.35) , $\pi/4$ DQPSK, 8DPSK	GFSK (modulation index 0.5)
Latency in data transfer	Approx. 100 ms	Approx. 3 ms
Spreading	FHSS (1MHz channel)	FHSS (2MHz channel)
Link layer	TDMA	TDMA
message size(bytes)	358 (Max)	8 to 47
Error detection/correction	8 bit CRC(header), 16 bit CRC(payload), ACKs	24 bit CRC, ACKs
Security	64b/128b, user defined application layer	128 bits AES, user defined application layer
Application throughput	0.7 to 2.1 Mbps	less than 0.3 Mbps
Nodes/Active Slaves	7	Unlimited



A comunicação entre dispositivos BLE pode ocorrer em modo de advertising ou de connection. No modo connection existe uma troca de pacotes nos dois sentidos entre dispositivos enquanto que no modo advertising os dispositivos emitem periodicamente pacotes em broadcast para todos os dispositivos no alcance utilizando os canais específico e em intervalos de tempo fixos aos quais se adiciona uma componente de tempo aleatória por forma a evitar colisões.

### 3.1.1 Beacons

Um *beacon* é um dispositivo de grande autonomia energética e de pequenas dimensões que permite o envio de dados através da tecnologia BLE. A título de exemplo o dispositivo presente na Figura 2 desenvolvido pelo Estimote apresenta as seguintes dimensões 55 mm de comprimento, 38 mm de largura e 18 mm de altura. Estes dispositivos operam essencialmente em *advertising* enviado sistematicamente dados para dispositivos que estejam no alcance como por exemplo *smartphones* ou *tablets*. A gama de utilização dos *beacons* é enorme sendo possível encontrar dispositivos que possuam sensores integrados tais como acelerómetro, sensor de luz, sensor de luminosidade, sensor de temperatura entre outros.



Figura 2 – Beacon [5]

Os primeiros cenários de aplicação desta tecnologia surgiram no comércio de retalho permitindo criar um perfil pessoal do consumidor e com isso definir conteúdos personalizados para o cliente. Estes conteúdos podem passar pelo envio de notificações por exemplo de promoções, um outro cenário pode passar pela notificação ao retalhista da presença do cliente na loja e com isso possibilitar um atendimento mais personalizado, podendo ser possível também reunir dados relativamente aos clientes que se encontram na loja e com essa informação criar um perfil de comunicação específico para o público-alvo. Com o crescimento exponencial da *Internet of Things* (IoT) e de acordo com um estudo efetuado pela ABIresearch [6] prevê-se em 2020 a implementação de cerca de 400 milhões de unidades de *beacons* pelas diversas áreas.

Um *Beacon* por norma é composto por um microcontrolador, por um recetor/transmissor BLE e por uma bateria, contudo existem *beacons* com sensores acoplados o que aumenta bastante o âmbito de aplicação destes equipamentos nos mais diversos projetos. Estes dispositivos podem ser alimentados através de uma porta USB, ligados a corrente elétrica e por baterias de lítio (Figura 3) em que neste caso podem apresentar uma autonomia até dois anos. As baterias mais comuns são as CR2032 que fornecem 240 microampere hora, no entanto também se podem encontrar as CR2450 de 621 mAh, as CR2477 de 1000 mAh e as baterias AA que chegam aos 2000 mAh.



Figura 3 – Fontes de alimentação [4]

Os fabricantes de *beacons* tais como a Estimote, a kontakt e a Ingics desenvolvem o *firmware* dos dispositivos bem com as aplicações para rápida e fácil configuração dos mesmos. Ao nível da configuração existem dois pontos de extrema importância, o *Transmit Power* e o *Advertising Interval* os quais apresentam uma enorme influência ao nível da autonomia dos equipamentos.

O *Transmit Power* permite definir a potência com que o sinal é transmitido do *beacon* o que influencia diretamente no alcance do mesmo, ou seja quanto menor o valor de *Transmit Power* maior será a duração das baterias, por outro lado tal como podemos verificar na Figura 4 menor será o alcance do sinal transmitido.

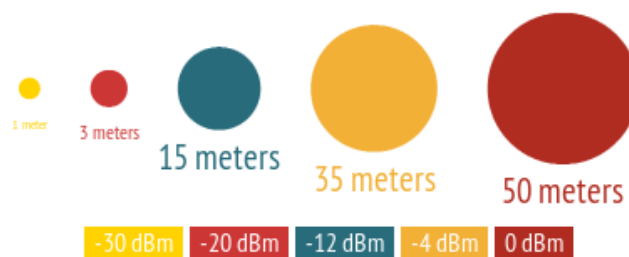


Figura 4 – Distância versus potência do sinal [7]

O *Advertising Interval* indica a frequência com que o sinal é enviado podendo ir a título de exemplo dos 100 ms até aos 10 minutos de acordo com as necessidades do projeto, este parâmetro assume um grande impacto no tempo de vida das baterias tal como podemos verificar na Tabela 3.

Tabela 3 – Tempo de vida das baterias [4]

Chipset	Intervalo	CR2032	CR2450	CR2477
TI CC254x	100 ms	0,7 meses	1,8 meses	2,9 meses
TI CC254x	645 ms	4,3 meses	11,2 meses	18,0 meses
TI CC254x	900 ms	5,6 meses	14,3 meses	23,1 meses

### 3.1.2 Protocolo Ibeacon

O protocolo Ibeacon foi desenvolvido pela Apple sendo apresentado em 2013 na Worldwide Developers Conference. A estrutura de um pacote iBeacon é composta por cinco elementos como se verificar na Figura 5 descritos de seguida:

- **iBeacon prefix** contem a identificação do fabricante do dispositivo, o número de bytes que o pacote possui bem com as *flags* de identificação do tipo de anúncio. Estas informações assumem um papel fundamental para que o dispositivo recetor possa identificar corretamente o restante conteúdo do pacote.
- **Proximity Universally Unique Identifier (PUUID)** é um identificador de 16 bytes que permite a distinção de *beacons* entre organizações. No caso da Caetano Retail, a qual possui pontos de venda distribuídos pelo país todos os beacons independentemente da sua localização devem conter o mesmo *PUUID*.
- **Major** é composto por 2 bytes e permite agrupar um conjunto de *beacons*, a titulo de exemplo permite identificar todos os *beacons* de um determinado ponto de venda desde que estes possuam o mesmo valor *Major*.
- **Minor** é composto por 2 bytes devendo ser único por forma a identificar cada *beacon* que se encontre na rede, o que facilmente poderá ser utilizado como identificador de localização do cliente nas instalações.
- **TX Power** contem informação relativamente à força do sinal que se verificou na receção do pacote, o que poderá ser utilizado para calculo de distancias entre dispositivos.

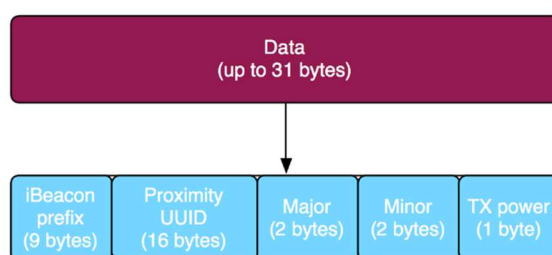


Figura 5 – Estrutura de um pacote iBeacon [5]

Os elementos organizam-se hierarquicamente permitindo a identificação de acordo com a granularidade pretendida, isto desde a organização UUID até um dispositivo específico *Minor*. A Tabela 4 apresenta a utilização dos parâmetros num cenário de três locais referentes a 3 pontos de venda de uma determinada organização distribuída por três cidades portuguesas.

Tabela 4 – Caso pratico de aplicação dos parâmetros

Localização		Porto	Lisboa	Faro
UUID		D9B9EC1F-3925-43D0-80A9-1E39D4CEA95C		
Major		1	2	3
Minor	Parque	10	10	10
	Oficina	20	20	20
	Showroom	30	30	30

O protocolo iBeacon define dois modos de interação entre dispositivos, *monitoring* e *ranging*. O modo *monitoring* aplica-se a cenários quando se pretende despoletar ações de acordo com a entrada ou saída de um dispositivo numa determinada região de *beacons* e apresenta as seguintes características:

- O reconhecimento passa apenas pela entrada ou saída da região em monitorização.
- As regiões não apresentem limitação quanto ao número máximo de *beacons*.
- Ao evento de entrada e saída é associado um *delay* por forma a evitar os falsos positivos.
- Funciona em *background* e *foreground*.

Um caso pratico de aplicação num cenário de uma empresa de retalho automóvel seria a identificação da entrada ou saída de um cliente nos seus pontos de venda e com isso despoletar uma determinada ação. Com a utilização dos parâmetros *UUID* e *Major* torna-se possível a identificação da entrada ou saída de um cliente num ponto de venda específico e caso se conjugue com o elemento *Minor*, nesse caso passa a ser possível chegar a um nível de detalhe que permite a identificação do local em que o cliente se encontra num certo momento.

O modo *ranging* permite aos dispositivos recetores determinar que dispositivos se encontram no seu alcance bem como determinar as suas distâncias e apresenta as seguintes características:

- Funciona apenas com a aplicação ativa (*background* e *foreground*)
- Não apresenta *delay* aquando da alteração de estado.
- Apresenta os parâmetros *UUID*, *Major*, *Minor*, *TX Power* dos dispositivos no alcance.

Um caso pratico de aplicação num cenário de vendas de viaturas, no qual o cliente recebe mensagens personalizadas relativamente a campanhas específicas em função da sua proximidade a determinada viatura.

### 3.1.3 Protocolo Eddystone

O protocolo Eddystone [8] é um projeto *open-source* desenvolvido pela Google em 2015 com vista a colmatar algumas limitações do único protocolo existente até ao momento, o iBeacon da Apple. Uma das grandes alterações prende-se com o facto de não ser necessário a utilização de uma aplicação para interagir com o dispositivo, sendo também melhorada a comunicação com a introdução de 3 tipos novos de pacotes o *Eddystone-UID*, *Eddystone-URL* e *Eddystone-TLM* como se pode verificar na Figura 6.

O pacote *Eddystone-UID* apresenta um funcionamento semelhante ao iBeacon uma vez que envia a sua informação relativamente à sua identificação. Neste caso é enviado um *namespace* de 10 bytes usado para distinção entre organizações e o *instance* um campo de 6 bytes usado para diferenciar os *beacons*.

O *Eddystone-URL* é um pacote com tamanho variável até ao máximo de 17 bytes, esta variação encontra-se diretamente relacionada com o tamanho do URL a transmitir, a título de exemplo [http://caetanoretail.pt/check-in?pontovenda\\_id=123](http://caetanoretail.pt/check-in?pontovenda_id=123).

O anúncio deste tipo de informação está associado ao conceito *Physical Web* da Google, este conceito defende que as pessoas ao se aproximarem de qualquer objeto inteligente tudo deve estar a um toque de distancia sem a necessidade de instalar uma aplicação para interação com o equipamento. O pacote *Eddystone-TLM* está associado à gestão do dispositivo contendo informações relativamente à voltagem da bateria, a temperatura, os pacotes enviados e o *uptime* do dispositivo, sendo que este pacote é enviado em conjunto com os outros referidos.

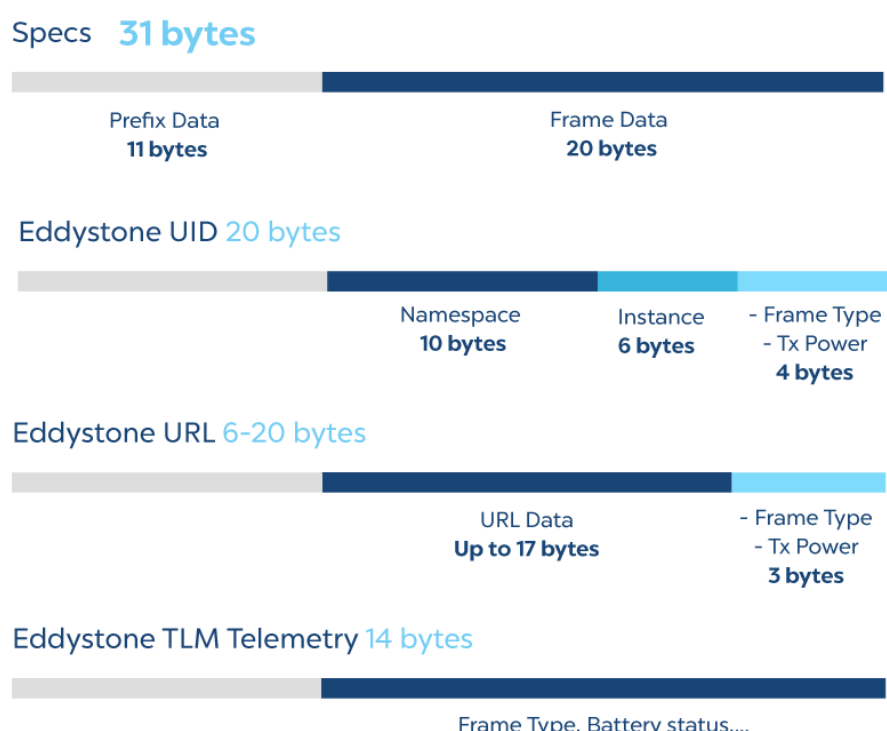


Figura 6 – Formato Pacotes Eddystone [4]

### 3.1.4 Casos de Estudo

A cadeia mundial McDonalds desenvolveu um projeto piloto em 26 das suas lojas na Geórgia no qual durante um mês enviou promoções aos seus clientes relativamente a dois produtos específicos, no caso “McChicken Sandwiches” e “Chicken McNuggets”. Segundo um relatório da Piper parceiro de projeto, verificou-se um aumento de vendas de 8% no caso das “McChicken Sandwiches” e de 7,5% no caso dos “Chicken McNuggets”. Segundo um dos franchisados Jack Pezold “Everyone is looking at their phones, millennials especially, and that’s where we’ve decided to engage”. Em resumo, os dispositivos móveis são alvo de constante atenção por parte os clientes, o que se traduz numa excelente forma de interagir com eles [9].

O Nicklaus Children's Hospital em Miami implementou em conjunto com a empresa Nessa Solutions uma solução híbrida de *tracking* nas suas urgências recorrendo as tecnologias BLE, RFID e NFC. Este projeto permitiu otimizar os processos de inventário diário reduzindo o tempo para metade, bem como criar solução extremamente importante na rápida localização de diversos equipamentos no departamento de urgência [10].

O Department of Homeland Security's Science and Technology nos Estados Unidos em parceria com a TRX Systems desenvolveram uma solução de baixo custo para apoiar a atividade dos bombeiros. Esta solução recorre a dispositivos BLE e permite identificar a localização dos intervenientes, medindo a distância relativa e elevação entre *beacons*, o que se traduz numa excelente ferramenta de apoio a decisão no teatro de operações [11].

## 3.2 RFID

A tecnologia RFID, conhecida por *Radio-Frequency IDentification*, é uma tecnologia que permite a identificação automática de entidades ou objetos através de sinais de rádio. Esta tecnologia teve a sua génese durante a segunda guerra mundial dada a sua utilização em radares que permitiam a identificação de aviões aliados, no entanto nos dias de hoje encontra-se fortemente presente em diversos sistemas tais como controlo de acessos, pagamento automático de portagens, sistemas anti roubo, *tracking* de objetos, entre outros [12].

A RFID pode ser encarada como a evolução do sistema de código de barras apresentado várias vantagens face ao seu antecessor tais como o facto da *tag* não necessitar de estar em linha de vista com o leitor, a possibilidade de ler várias *tags* ao mesmo tempo e pela maior capacidade de armazenamento de informação. Este sistema por norma é composto por uma *tag*, um leitor que possui uma antena e um transmissor e um sistema de recolha de dados, tal como se pode verificar na Figura 7.

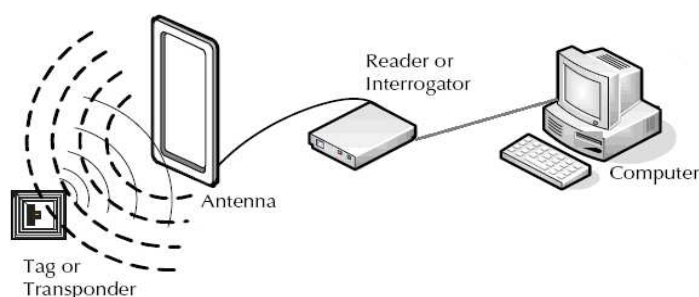


Figura 7 – Sistema RFID [11]

A base de funcionamento deste tipo de sistema centra-se no envio de uma onda de rádio gerada pelo leitor a qual será recebida por uma *tag* energizando o seu circuito, posteriormente a onda é devolvida ao leitor com informação complementar referente à *tag* que efetuou a leitura.

Embora seja este o princípio, na maior parte dos casos o processo termina com o envio dos dados por parte do *reader* para um sistema de recolha de dados central para processamento.

### 3.2.1 Tags

A *tag* RFID caracteriza-se como um pequeno dispositivo eletrónico que possui um circuito integrado com capacidade para armazenar informação e uma antena para receber e transmitir sinais radio Figura 8. Estes dispositivos são designados como *transponders* dado que combinam as funções de emissor e recetor (*TRANSMitter/resPONDER*).



Figura 8 – Componentes Tag [13]

Um critério de referência na distinção dos diferentes tipos de *tags* prende-se com a forma como é efetuado o fornecimento de energia caracterizando-as como ativas, passivas e semi-passivas.

As *tags* passivas não possuem qualquer fonte de alimentação para alimentar os seus circuitos sendo a energia necessária para o seu funcionamento obtida através das ondas de rádio recebidas. Estes dispositivos passam grande parte do tempo no estado “*sleep*” e apenas são ativados quando recebem energia das ondas de radio emitidas pelo *reader*. Dada a ausência de baterias estes dispositivos apresentam um tempo de vida considerado elevado e um baixo custo de aquisição, no entanto apresentam um curto raio de alcance.

Os dispositivos ativos possuem uma fonte de alimentação tornando possível a transmissão de dados sem a necessidade de receber energia de uma onda para energizar os seus circuitos. Este tipo de *tags* possuem uma maior capacidade de armazenamento de dados e um maior raio de alcance, no entanto são dispositivos de dimensão e custo superiores.

As *tags* semi-passivas apresentam-se como uma solução híbrida entre as duas anteriormente descritas pois contam com fonte de alimentação o que lhes acrescenta maior integridade dos dados e um superior raio de alcance, no entanto necessitam igualmente de receber energia de onda de radio para poder transmitir dados passando grande parte do tempo no modo “*sleep*”.

Estes sistemas funcionam em diversas bandas de frequência o que se traduz em diferentes características presentes na Figura 9, das quais se destacam o tipo de aplicação, a velocidade de transmissão, o alcance e o custo.

Low Frequency 125 - 134 kHz	High Frequency 13.56 MHz	Ultra High Frequency 865 - 928 MHz	Microwave Frequency 2.45 GHz
<b>Access Control Animal ID</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slow transfer rate</li> <li>• Short distances</li> <li>• Penetrates material well</li> <li>• Not good near metal</li> <li>• Larger antennas</li> <li>• Relatively expensive</li> </ul>	<b>Smart Cards</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Good for small amounts of data</li> <li>• Moderate transfer rate</li> <li>• Short distances</li> <li>• Penetrates water/tissue</li> <li>• Simple antenna design</li> <li>• Lower cost</li> <li>• Thin construction</li> <li>• Frequencies regulated</li> <li>• Not good near metal</li> <li>• Read range of few feet</li> </ul>	<b>Item Management Toll Roads</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective around metal</li> <li>• Best for &gt;1 meter</li> <li>• Small tag sizes</li> <li>• High data rate</li> <li>• Controlled read zone</li> <li>• Does not penetrate water/tissue</li> <li>• Intl frequency regulations</li> </ul>	<b>Item Management</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Small tag size</li> <li>• Longer range</li> <li>• More bandwidth</li> <li>• Small antennas</li> <li>• High data rate</li> <li>• Large data storage</li> <li>• Controlled read zone</li> <li>• Effective around metal</li> <li>• Susceptible to noise</li> <li>• Regulatory issues</li> </ul>

Figura 9 – RFID Frequências e características [14]

### 3.2.2 Readers

Os *readers*, Figura 10, são dispositivos eletrônicos compostos genericamente por um transmissor e por uma antena, estes permitem a comunicação com as *tags* através da criação de uma zona de interrogação definida por um campo eletromagnético. Este campo é utilizado para alimentar as *tags* que se encontrem na zona de identificação, sendo posteriormente possível ao reader efetuar as interrogações pretendidas.

Estes dispositivos podem ser fixos ou portáteis e por norma conseguem comunicar com todas as *tags* anteriormente descritas sendo possível a aplicação de filtros para determinado tipo. Apresentam vulgarmente as seguintes interfaces RS232, RS485, Ethernet e USB, no entanto os fabricantes para além destas interfaces desenvolvem *Application Programming Interface* (API) específicas garantindo a integração de sistemas capazes de interagir com estes dispositivos.



Figura 10 – Leitores RFID [5]



### 3.2.3 Casos de estudo

A empresa de vestuário Ralph Lauren em parceria com a *startup* OakLabs desenvolveram uma solução RFDI capaz de responder às necessidades dos inventários, mas também com uma componente interativa nos provadores das suas lojas. Em resumo, esta componente permite ao cliente obter automaticamente detalhes sobre os produtos que levou para o provador, disponibilidade e localização do item na loja ou pedir assistência a um vendedor. A empresa por seu lado aumentou consideravelmente a eficiência dos seus processos de inventários bem como a informação relativamente à localização dos produtos nas suas lojas, sendo possível criar perfis de utilizadores e aferir a popularidade dos produtos em função das provas [15].

A Walt Disney World implementou uma solução inovadora com a tecnologia RFID nas suas instalações de Orlando revolucionando o controlo de acessos nos parques bem como nos hotéis. Foram desenvolvidos cartões e pulseiras personalizadas com *tags* RFDI para utilização dos clientes e paralelamente instalados milhares de *readers* pelas instalações incluindo lojas, hotéis e atrações. O cliente tem ao dispor uma plataforma web para compra de bilhetes, pulseiras e personalização da sua visita ao parque. A pulseira permite automatizar o acesso e entrada no parque sem as tradicionais filas de espera, permite efetuar compras nas lojas, bem como garante o acesso prioritário no acesso às atrações. A empresa por sua vez vê os processos de compra e de acesso otimizados para além da possibilidade de analisar fluxos de utilizadores nos parques. [16]

## 3.3 Dispositivos utilizados

A escolha da tecnologia que irá permitir a identificação da localização das viaturas nos parques será a BLE dado o menor custo de investimento, a título de exemplo os *beacons* apresentam um custo médio de 15 euros por unidade, em comparação com a tecnologia RFID ativa que apresenta um custo na ordem dos 35 euros por dispositivo. Dentro da tecnologia escolhida pretende-se comparar dois sensores específicos por forma a identificar o que melhor se enquadra com as características deste projeto.

### 3.3.1 IBS01

O beacon iBS01 presente na Figura 11 apresenta um tamanho reduzido com 58mm de comprimento, 42mm de largura e 10mm de altura. Possui grande autonomia de bateria, a qual poderá durar cerca de dois anos com recurso a duas pilhas CR2032 o que reduz a necessidade de manutenção constante. Este dispositivo possui um processador ARM Cortex™-M0 de 32-bits e Bluetooth 4.1 sendo a sua configuração efetuada com recurso a uma APP desenvolvida pela marca do equipamento (INGICS).



Figura 11 - Beacon IBS01 [17]

Este dispositivo comunica através de pacotes com 22 bits com a estrutura descrita na Figura 12 na qual destacam os dados do construtor uma vez que estes assumem um papel fundamental na monitorização dos equipamentos.

AD1 Length (1 Byte)	AD1 Type (1 Byte)	AD1 Flags (1 Byte)	AD2 Length (1 Byte)	AD2 Type (Manufacturer Spec) (1 Byte)	Manufacturer Spec Data (17 Bytes < 26)
------------------------	----------------------	-----------------------	------------------------	---	---

Field	Description	Field Offset
MFG Code	Manufacturer vendor code, fixed	
Beacon Code and Type	Magic Code to identify packet format, fixed to <b>0xBC80</b>	
Tag Batt	batt voltage of tag in 0.01v unit	
Event Status	8bits for 8 input: button: bit 0, moving: bit 1, hall sensor: bit 2, fall: bit 3	

Figura 12 - Pacote e Payload [18]

A Figura 13 ilustra o formato dos dados emitidos pela *gateway* destes dispositivos os quais podem enviados para um servidor HTTP ou para um servidor *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) para posterior processamento dos dados. Neste exemplo são enviados os seguintes campos na repectiva ordem presente na imagem *report type*, *tag id*, *gateway id*, *rss*, *raw packet contente*, *unix epoch timestamp*.

```
$<report type>,<tag id>,<gateway id>,<rss>,<raw packet content>,<unix epoch timestamp>\r\n
$GPRP,CCB97E7361A4,CB412F0C8EDC,-49,1309696773206D65736820233220285445535429020106
```

Figura 13 - Output Beacon [18]

### 3.3.2 BlueBeacon

O segundo dispositivo estudado foi o BlueBeacon USB desenvolvido, Figura 14, o qual é totalmente compatível com os standards *iBeacon* e *Eddystone* anteriormente descritos. Este tipo de equipamento torna-se também uma solução viável dada as suas dimensões reduzidas,

mas também pelo facto de ser alimentado pelo interface USB, o que se enquadra perfeitamente com este projeto dado que na grande maioria as viaturas novas possuem este tipo de interface.

Em termos características este *beacon* apresenta um microcontrolador CC2540 desenvolvido pela Texas Instruments o que possibilita o *advertising* em períodos compreendidos entre 0.1 e 1 segundo no caso de estar configurado como *iBeacon* e entre 0.1 e 5 segundos em *Eddystone*. Possui uma antena omnidirecional com ganhos na ordem do -6dB o que lhe permite um raio de ação até 30 metros e opera nas frequências entre 2.402 e 2.480 GHz de acordo com o standard.



Figura 14 - Blueup Usb Beacon [19]

A configuração deste equipamento é efetuada através de uma app desenvolvida pelo fabricante que permite listar e conectar com os Beacons que se encontrem no seu raio de ação. Com esta aplicação torna-se possível configurar vários parâmetros tais como a potência da antena, o intervalo de *advertising*, parâmetros referentes às normas *iBeacon* e *Eddystone*, atualizar o firmware do equipamento, bem como proceder *factory reset* o que permite repor todas as definições standard do dispositivo.

Uma vantagem deste equipamento prende-se com o facto de terem escritórios na Europa o que facilita o processo logístico em termos de tempo de entrega e de custos associados a compra destes equipamentos.

## 3.4 Tecnologias

Nesta secção abordam-se as tecnologias que se enquadram na resolução do problema descrito anteriormente neste documento bem como as vantagens associadas na sua utilização no desenvolvimento do projeto.

### 3.4.1 .net core

O *.NET Core*, Figura 15, é um *fork open source* da plataforma de desenvolvimento *.NET Framework* criada pela Microsoft e que inclui componentes de tempo de execução, compilador, estrutura e um conjunto de ferramentas que permitem o suporte a vários sistemas operativos (Windows, Linux e MacOS). Esta versão permite não inclui todas as APIs disponibilizadas pela *.NET Framework* no entanto é altamente modular e adapta-se ao desenvolvimento de aplicações web e micro serviços de alta performance.

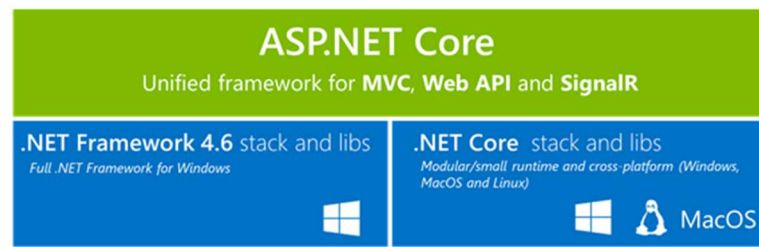


Figura 15 - Diagrama .NET Core [20]

### 3.4.2 MVC

O *Model View Controller* (MVC) ilustrado na Figura 16 é um conhecido e muito utilizado padrão de arquitetura de software. A utilização deste padrão acrescenta uma série de vantagens à solução entre as quais a separação das regras e lógicas do negócio da apresentação, permite a manutenção isolada das camadas, aumenta o controlo sobre a aplicação, potencia a reutilização de código, entre outras.

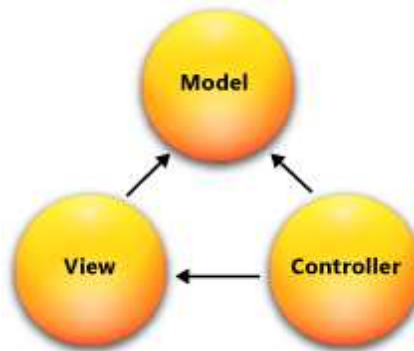


Figura 16 - Padrão MVC [21]

A camada *Model* é responsável pela aplicação das regras de negócio sendo também responsável por todos os acessos aos dados, enquanto que a *View* se caracteriza como a camada que é apresentada ao utilizador e que permite a sua interação. O *Controller* funciona como elo de ligação entre as restantes camadas sendo responsável pela interpretação dos inputs do utilizador, pela identificação de qual o *Model* a utilizar e pela definição da *View* que irá ser apresentada ao utilizador.

### 3.4.3 OMR

Um *Object Relational Mapping* (ORM), Figura 17, permite a conversão de classes de objetos em base de dados relacionais bem com o contrário aumentando a produtividade, facilitando a manutenção do código e aumenta a padronização da aplicação. Esta tecnologia prevê a utilização de uma das seguintes modelos *Code First*, *Model First* ou *Database First*.

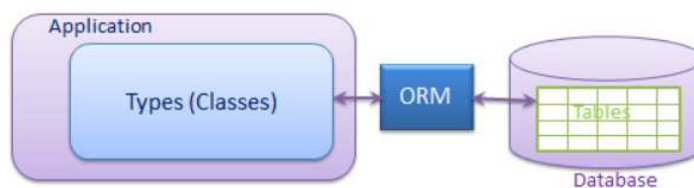


Figura 17 – ORM [22]

No modelo *Code First* a base de dados é gerada a partir do código fonte com base nas classes de entidade criadas e nas suas propriedades, no modelo *Database First* a base de dados é criada inicialmente sendo as entidades geradas em função do modelo de dados implementado, por fim o modelo *Model First* o qual tecnicamente é muito parecido com o *Code First*, no entanto é utilizada uma ferramenta visual para modelar o *Entity Data Model*.

### 3.4.4 Android

O sistema operativo móvel Android é baseado em Linux e lançado em 2005 pela multinacional Google [23]. Desde o seu lançamento este sistema operativo tem vindo a conquistar vários fabricantes de equipamentos móveis tornando-se na o sistema mais utilizado em todo o mundo como se pode verificar na Figura 18.

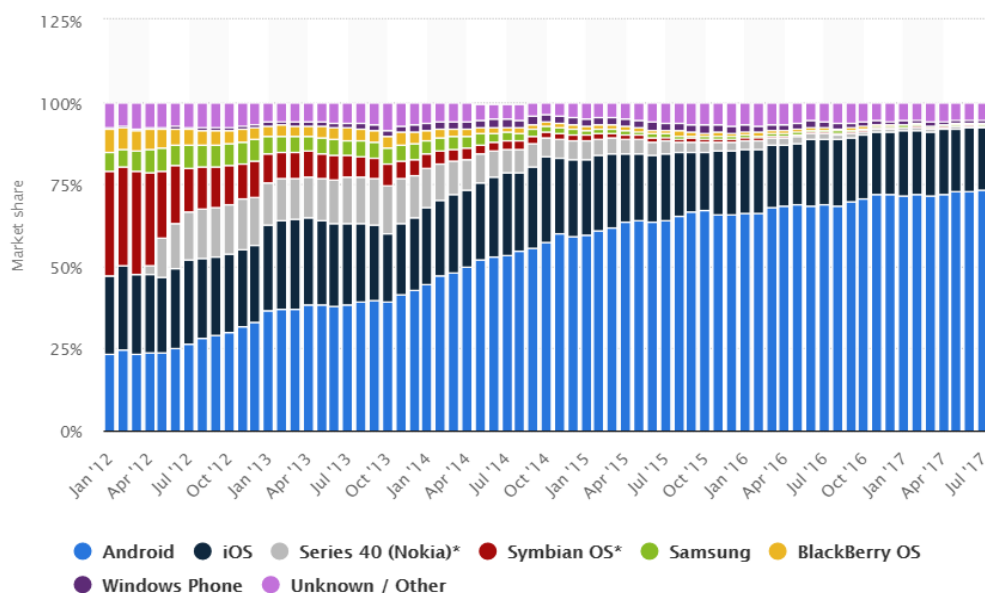


Figura 18 - Market Share Sistemas operativos móveis [24]

A arquitetura deste sistema operativo é composta por cinco camadas tal como se pode verificar na Figura 19. A camada *Application Layer* encontra no topo da pilha e que oferece ao utilizador um conjunto de aplicações nativas tais como gestão de contactos, mapas, browser, bem como aplicações de terceiros. A camada *Application Framework* fornece as APIs necessárias às aplicações da camada descrita anteriormente como por exemplo gestor de *activities*, gestor de

janelas, entre outras. A camada *Libraries* disponibiliza as bibliotecas de suporte necessárias ao correto funcionamento das aplicações como por exemplo bibliotecas de multimédia e acesso a base de dados. Paralelamente e ao mesmo nível apresentasse a camada *Android Runtime*, que disponibiliza a sua própria máquina virtual de nome *Dalvik* e cuja a pilha é baseada na Java VM. Por fim a camada de *Kernel* que contém os controladores de acesso ao hardware, bem como os mecanismos de gestão de memória, de processos e de energia.

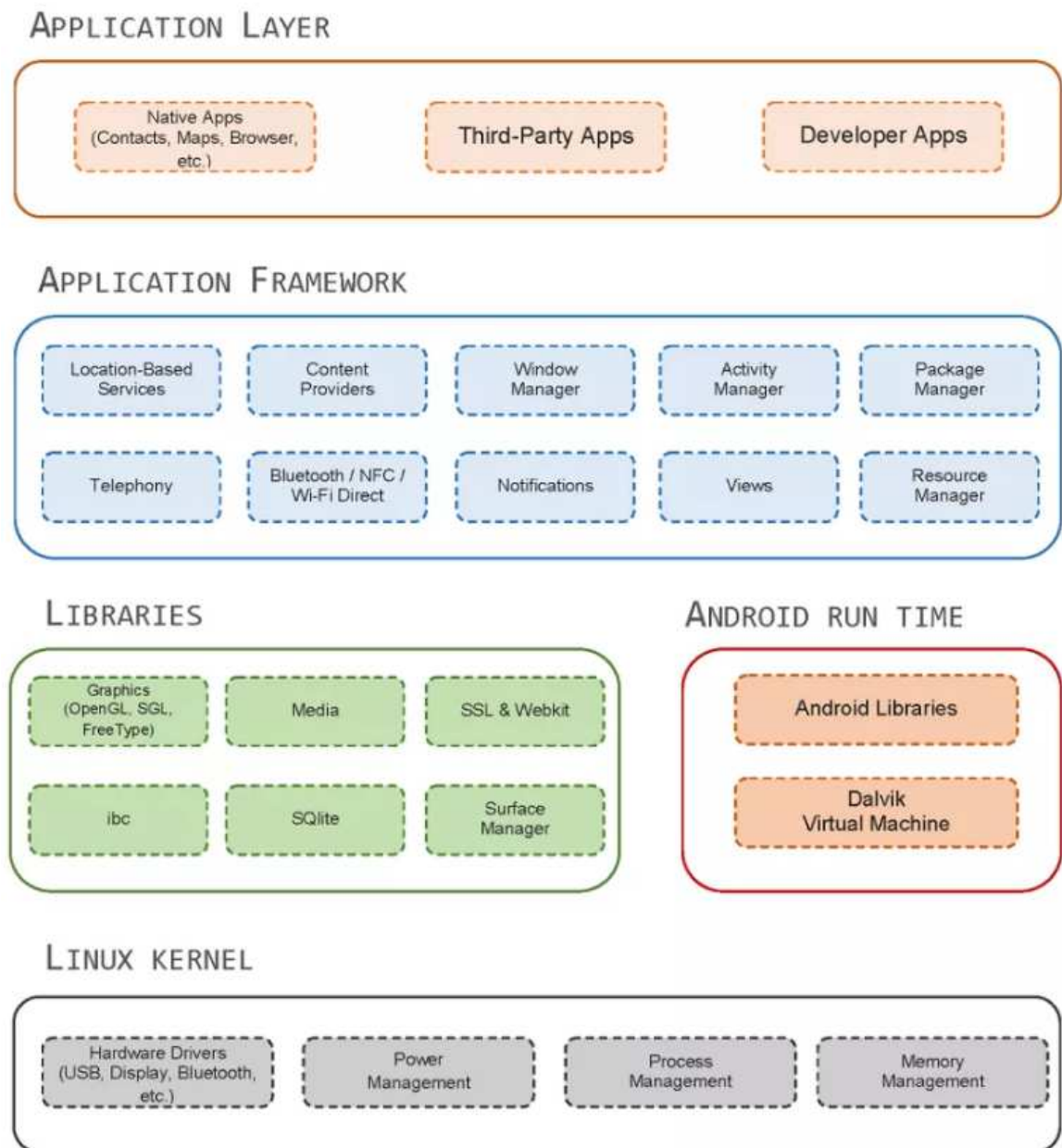


Figura 19 - Arquitectura Android [25]

### 3.5 Avaliação dispositivos

A escolha da tecnologia que irá permitir a identificação da localização das viaturas nos parques será a BLE dado o menor custo de investimento, a título de exemplo os *beacons* apresentam um custo médio de 15 euros por unidade, em comparação com a tecnologia RFID que apresenta um custo na ordem dos 35 euros por dispositivo. Dentro da tecnologia escolhida pretende-se comparar dois sensores específicos por forma a identificar o que melhor se enquadra com o projeto.

A proximidade será obtida em função da potência do sinal recebido nas antenas distribuídas pelos parques, sendo posteriormente necessário criar uma conversão entre as grandezas potencia e distancia, para tal serão efetuadas leituras de potência à distancia de um metro.

### 3.6 Hipóteses

Foram considerados dois *beacons* de marcas e características diferentes efetuando testes de medição da potência de sinais recebidos num cenário controlado e nas mesmas circunstancias.

O *Beacon* identificado nos testes como *Sensor 1* é desenvolvido pela marca BLUEUP sendo a alimentação efetuada através de uma interface *Universal Serial Bus* (USB), enquanto que o *Sensor 2* desenvolvido pela marca INICS sendo a alimentação é efetuada por duas pilhas CR2032.

### 3.7 Metodologia

Com vista a escolher o dispositivo que melhor se ajuste ao projeto foram efetuadas 30 leituras apresentadas na Tabela 5 as quais foram efetuadas com o mesmo aparelho recetor e a uma distância fixa de um metro. Uma vez recolhidas essas leituras aplicou-se o teste estatístico *t-teste* uma vez que o cenário obedece a uma distribuição normal, com dois grupos emparelhados.

A Tabela 6 apresenta o resultado do teste efetuado, no qual o objetivo inicial passou pela rejeição da hipótese, Figura 20, nula dado que *p-value* apresenta um valor inferior ao erro considerado de 5% e pelo facto de as médias das leituras serem diferentes  $m_0 = 60,74$  e  $m_1 = 69,67$ .

$$h_0: \mu_0 = \mu_1 \Leftrightarrow \mu_0 - \mu_1 = 0$$

$$h_1: \mu_1 > m_0$$

Figura 20 - Equação rejeição de hipótese

O teste estatístico efetuado confirma que existem diferenças entre os dispositivos, fundamentando a escolha do sensor numero dois com dispositivo a utilizar no desenvolvimento deste projeto.

Tabela 5 - Ensaaios aos sensores

Ensaio	Sensor 1	Sensor 2	Ensaio	Sensor 1	Sensor 2
1	58	68	16	68	68
2	56	75	17	56	68
3	60	68	18	59	68
4	68	68	19	56	68
5	66	68	20	57	66
6	60	75	21	59	77
7	60	67	22	58	68
8	60	80	23	56	70
9	60	76	24	50	72
10	58	68	25	60	73
11	69	68	26	60	66
12	60	65	27	60	69
13	67	69	28	64	68
14	66	66	29	66	67
15	66	68	30	59	73

Tabela 6 - Resultados teste leituras sensores

Teste T: duas amostras emparelhadas	Sensor 1	Sensor 2
Média	60,73333333	69,66666667
Variância	20,34022989	13,74712644
Observações	30	30
Correlação de Pearson	-0,271515077	
gl	29	
Stat t	-7,447219042	
P(T<=t) uni-caudal	1,65384E-08	
t crítico uni-caudal	1,699127027	
P(T<=t) bi-caudal	3,30769E-08	
t crítico bi-caudal	2,045229642	

### 3.8 Sumário do capítulo

Neste capítulo foi efetuado um estudo ao hardware e software mais relevante para o desenvolvimento deste projeto, no qual se apresentaram as características das tecnologias, a descrição dos seus protocolos, bem como o comparativo que esteve na base da escolha sobre quais os dispositivos a utilizar no desenvolvimento do protótipo.



## 4 Descrição técnica

Neste capítulo será apresentada uma descrição técnica cobrindo as áreas da análise, do *design* da solução para o problema, a arquitetura do sistema bem como a persistência abordando alternativas possíveis de acordo com as boas praticas.

### 4.1 Análise

A fase de análise de um sistema pressupõe um levantamento de requisitos por forma a identificar as necessidades e os objetivos que o sistema deve responder. Os requisitos dividem-se em dois tipos funcionais, os quais descrevem o funcionamento e os comportamentos do sistema, e os não funcionais, que descrevem qualidades globais ou atributos do sistema.

O diagrama presente na Figura 21 representa o processo central da solução e servirá de base para a identificação dos requisitos funcionais e não funcionais bem como dos casos de uso.



Figura 21 - Processo Recepção Viaturas

#### 4.1.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais foram identificados no seguimento de reuniões internas efetuadas com todos intervenientes dos processos. Este levantamento permitiu a definição de funcionalidades do sistema bem como as componentes de *user interface* essenciais para o apuramento dos seguintes requisitos:

- Login utilizador com base no diretório de utilizadores da empresa.
- Página para localização das viaturas nos parques da empresa.
- Página com indicação do estado de ocupação.
- Página para inventário dos parques.
- Página para criação de parques.
- Página para criação de zonas.
- Receção de viaturas.
- Associar dispositivos de localização a viaturas.
- Registar danos presentes nas viaturas.
- Confirmação da posição em função das coordenadas GPS.

#### 4.1.2 Requisitos não funcionais

Os requisitos funcionais assumem grande importância no projeto dado que estes se encontram relacionados com aspetos que influenciam da qualidade global do sistema em termos de usabilidade, desempenho, confiabilidade.

- Usabilidade: A interface gráfica deve ser simples com design apelativo e intuitivo por forma tornar a utilização do sistema simples e prática.
- Desempenho: O sistema deverá responder rapidamente a todos os pedidos executados pelo utilizador e a infraestrutura de suporte deverá assegurar o nível de desempenho desejado para este projeto.
- Confiabilidade: A informação relativa ao posicionamento das viaturas deverá ser válida por forma a evitar erros e a garantir a satisfação global do utilizador.

#### 4.1.3 Casos de uso

No seguimento do levantamento dos requisitos funcionais elaborou-se o diagrama de casos de uso, Figura 22, o qual é composto pelas ações (Casos de Uso) de cada um dos atores, neste caso o operador e o gestor.

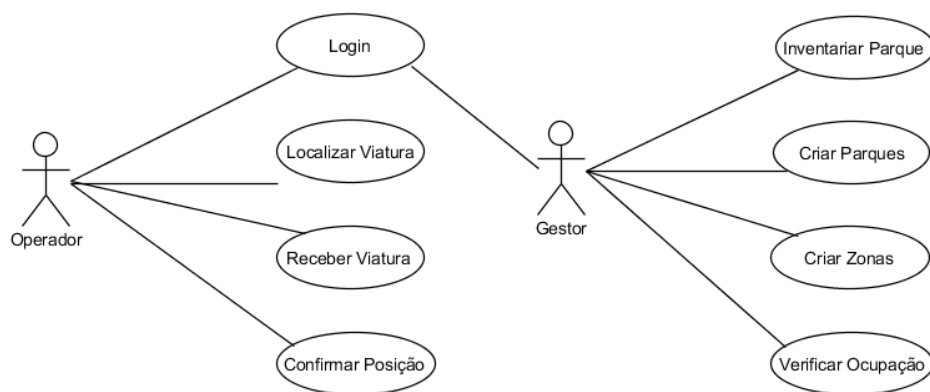


Figura 22 - Diagrama Casos de Uso

Uma vez de identificado o diagrama de casos de uso mais relevantes procedeu-se á descrição de casa um dos casos de uso de acordo com os seguintes aspetos:

- **Id** : identificado por um número por forma a facilitar a organização do diagrama;
- **Nome do Caso de Uso**: nome do caso de uso identificado;
- **Atores**: papel desempenhado pelos intervenientes que interagem com o sistema.
- **Pré-condições**: condições que se devem verificar no sistema antes da realização do caso de uso;
- **Pós-condições**: condições ou estados em que o sistema se poderá encontrar após a conclusão de um caso de uso;
- **Fluxo básico**: ações realizadas pelo ator ou sistema durante o caso de uso.

**UC01 – Login** (Tabela 7 e Figura 23), o utilizador ao entrar na aplicação deve seleccionar a opção de login por forma a proceder autenticação necessária para que o sistema disponibilize todas as funcionalidades disponíveis ao tipo de utilizador específico de modo seguro.

Tabela 7 - UC01: Login utilizador

UC01 - Login utilizador	
<b>ID do Caso de Uso</b>	01
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Log in
<b>Atores</b>	Operador, Gestor
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	Existir conectividade com o sistema de autenticação.
<b>Pós-Condições</b>	O utilizador é autenticado no sistema.
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador abre a aplicação.
	O utilizador selecciona a opção para efetuar login.
	O utilizador introduz os seus dados.
	O sistema verifica se os dados inseridos e procede ao log in.
	O sistema dá início á sessão.
	O sistema abre página / janela principal.

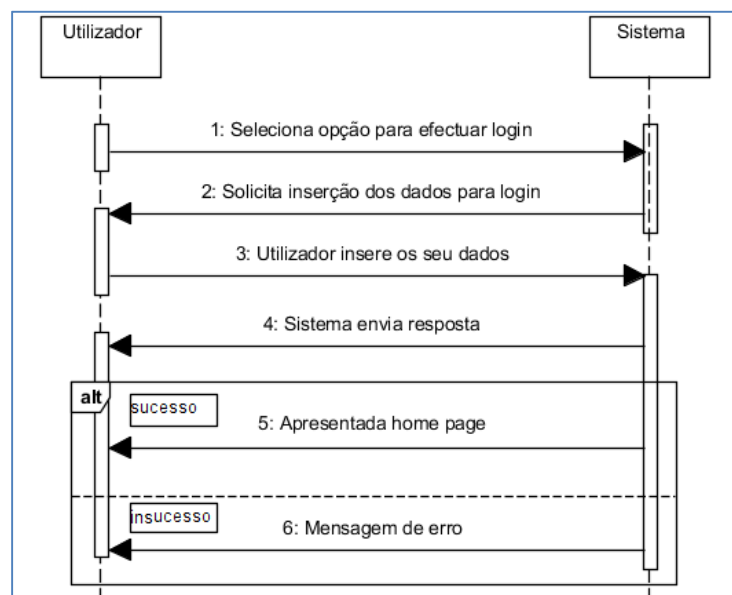


Figura 23 - UC01: Login utilizador

**UC02 – Criação de parques** (Tabela 8 e Figura 24), o utilizador ao seleccionar a opção criar parque deve ser apresentado pelo sistema um formulário com todos os dados que caracterizam um parque. O utilizador deve preencher os dados solicitados para que o sistema os possa validar e registar os dados procedendo á criando do parque na base de dados.

Tabela 8 - UC02: Criação de Parques

UC02 - Criação de Parques	
<b>ID do Caso de Uso</b>	02
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Criação de parques
<b>Atores</b>	Gestor
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	O utilizador deverá ter permissão para essa tarefa
<b>Pós-Condições</b>	Um novo parque é criado no sistema.
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador selecciona a opção de criar parque.
	O sistema disponibiliza os campos necessários à criação.
	O utilizador insere os dados.
	O sistema valida e regista os dados introduzidos.
	O sistema apresenta resumo do parque criado.

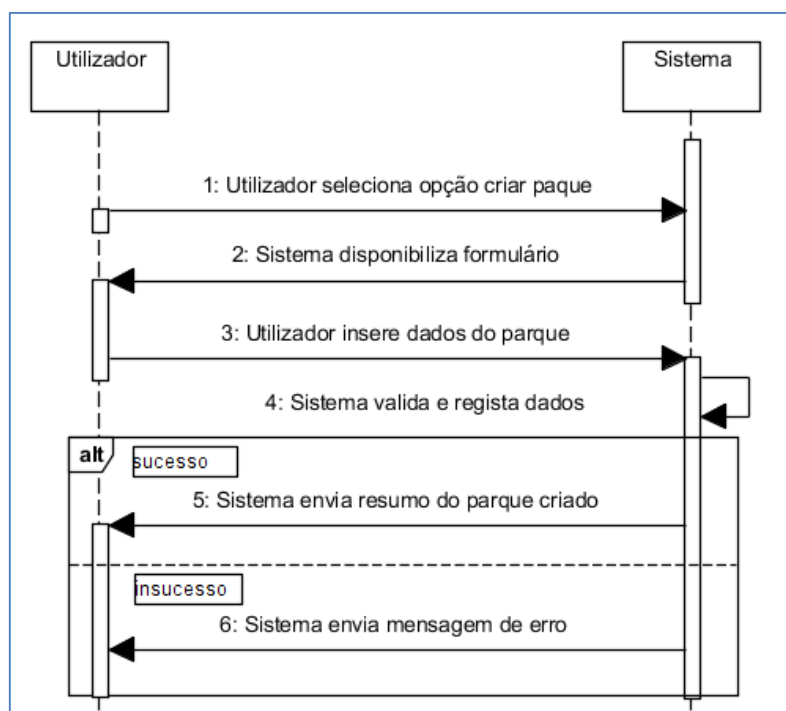


Figura 24 - UC02: Criar Parques

**UC03 – Criar Zona** ( Tabela 9 e Figura 25), o utilizador ao selecionar a opção de criar uma zona deve ser apresentada uma lista com os parques criados em sistema. O sistema deve apresentar um formulário que caracterize uma zona após este selecionar o parque que pretende. O utilizador deve preencher os dados solicitados para que o sistema os possa validar e registar os dados procedendo á criando da zona na base de dados.

Tabela 9 - UC03: Criar Zona

UC03 - Criação de Zonas	
<b>ID do Caso de Uso</b>	03
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Criação de zonas
<b>Atores</b>	Gestor
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	O utilizador deverá ter permissão para essa tarefa.
	O parque associado deverá estar criado.
<b>Pós-Condições</b>	Uma nova zona é criada no sistema.
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador seleciona a opção de criar zona.
	O sistema lista parques e questiona qual o parque associado.
	O utilizador seleciona o parque associado.
	O sistema apresenta formulário para preenchimento.
	O utilizador insere os dados.
	o sistema valida e regista os dados.
	O sistema apresenta resumo da zona criada.

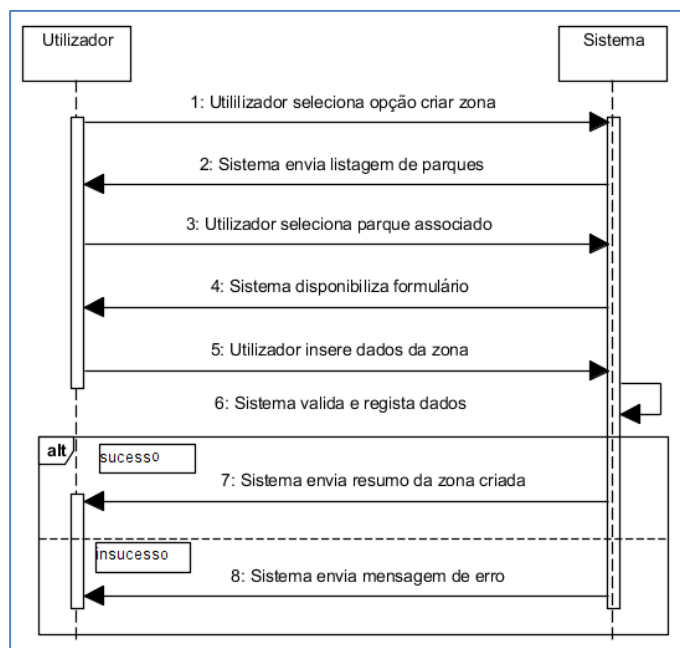


Figura 25 - UC03: Criar Zona

**UC04 – Localizar Viatura** (Tabela 10 e Figura 26), o utilizador ao selecionar a opção localizar viatura o sistema deve disponibilizar uma lista de viaturas em parque. Após identificação por parte do utilizador relativamente a qual a viatura a localizar o sistema deverá apresentar a localização atual do veículo caso esteja online e uma mensagem de erro caso não encontre a viatura nos parques da empresa. Quando não encontra a viatura deve sempre que possível informar a ultima localização conhecida.

Tabela 10 - UC04: Localizar Viatura

UC04 - Localizar Viatura	
<b>ID do Caso de Uso</b>	04
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Localiza viaturas
<b>Atores</b>	Gestor
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	O utilizador deverá ter permissão para essa tarefa
<b>Pós-Condições</b>	Apresentada localização da viatura.
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador seleciona a opção de localizar a viatura.
	O sistema questiona qual o chassis - matricula da viatura.
	O utilizador introduz dados.
	O sistema processa os dados e apresenta localização.

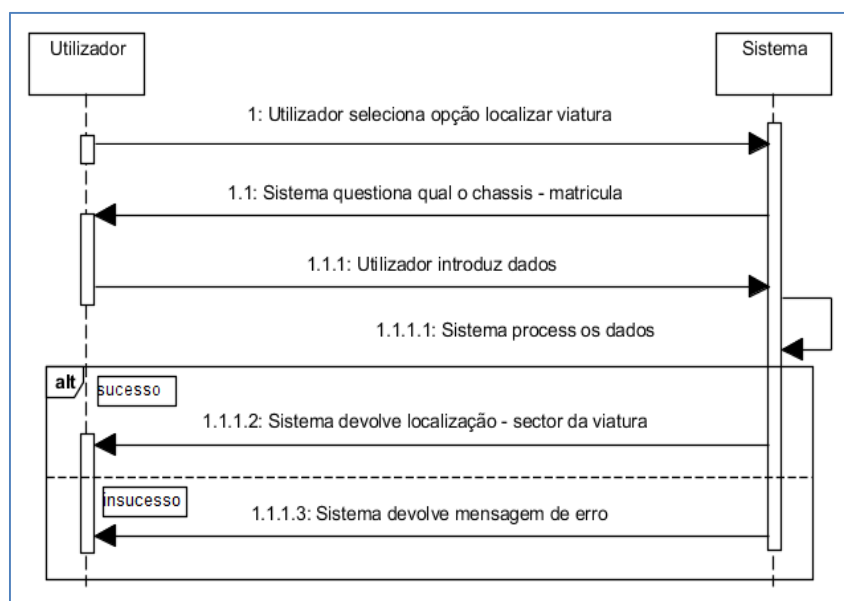


Figura 26 - UC04: localizar Viatura

**UC05 – Verificar Ocupação** (Tabela 11 e Figura 27), o utilizador ao selecionar a opção verificar estado do parque o sistema deverá apresentar listagem de parques aos quais o utilizador tem acesso. Após seleção do parque a analisar o sistema deverá apresentar um dashboard com os indicadores definidos pelo utilizador.

Tabela 11 - UC05: Verificar Ocupação

UC05 - Verificar estado parque	
<b>ID do Caso de Uso</b>	05
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Localiza viaturas
<b>Atores</b>	Gestor
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	O utilizador deverá ter permissão para essa tarefa.
<b>Pós-Condições</b>	Apresentado dashboard com ocupação do parque.
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador seleciona a opção de verificar estado do parque.
	O sistema questiona qual o parque a analisar.
	O utilizador seleciona o parque.
	O sistema processa os dados e apresenta dashboard.

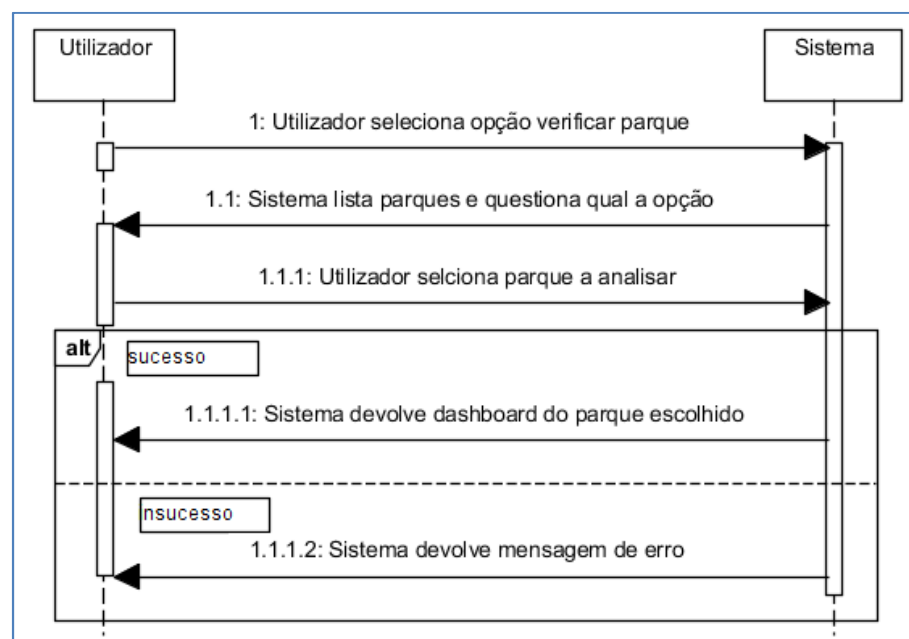


Figura 27 - UC05: Verificar estado parque

**UC06 – Inventariar parque** (Tabela 12 e Figura 28) O utilizador ao escolher esta opção o sistema deverá questionar qual o parque a inventariar com base numa listagem apresentada ao utilizador. Uma vez selecionado o parque o sistema verá apresentar um inventário com as viaturas que se encontrem no parque com distribuição por zona.

Tabela 12 - UC06: Inventariar Parque

UC06 - Inventariar Parque	
<b>ID do Caso de Uso</b>	06
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Inventariar Parque
<b>Atores</b>	Gestor
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	O utilizador deverá ter permissão para essa tarefa.
<b>Pós-Condições</b>	Apresentado inventario do parque.
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador seleciona a inventariar o parque.
	O sistema questiona qual o parque a inventariar.
	O utilizador seleciona o parque.
	O sistema processa os dados e apresenta inventário



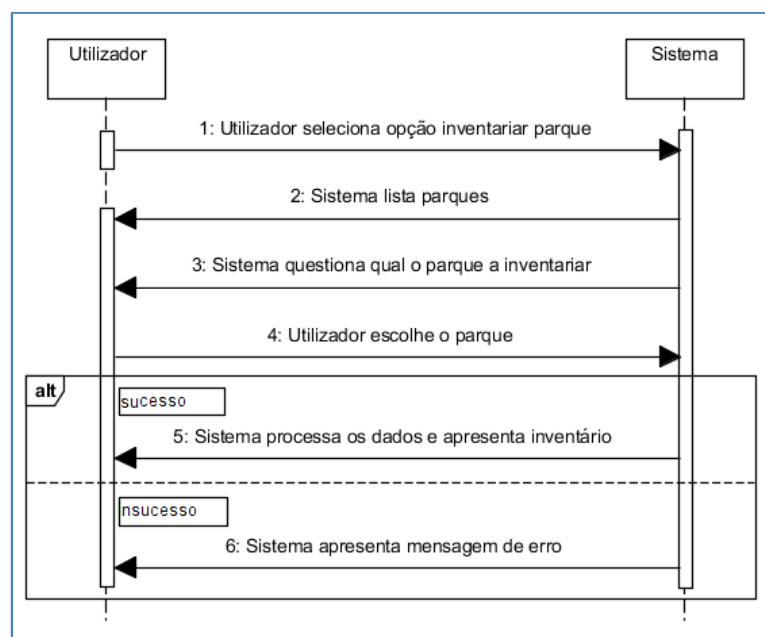


Figura 28 - UC06: Inventariar Parque

O **UC07 – Receber viatura** (Tabela 13 e Figura 29), o processo de receção de viatura começa com a indicação do utilizador que pretende dar início á receção. O sistema apresenta listagem de viaturas que se encontram em trânsito. O utilizador escolhe a viatura e caso verifique anomalia deve efetuar registo das mesmas. Após esta seleção o sistema apresenta uma lista de dispositivos que podem ser associados à viatura escolhida. O utilizador escolhe o dispositivo e de seguida o sistema apresenta um resumo para confirmação do utilizador. Posteriormente o sistema regista os dados.

Tabela 13 - UC07: Receber Viatura

UC07 - Receber Viatura	
<b>ID do Caso de Uso</b>	07
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Receber Viatura
<b>Atores</b>	Operador
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	O utilizador deverá ter permissão para essa tarefa.
<b>Pós-Condições</b>	Viatura rececionada
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador seleciona a opção receber viatura.
	O sistema enviar listagem de viaturas em transito.
	O utilizador escolhe qual a viatura a rececionar.
	O sistema questiona qua dispositivo a associar à viatura.
	O utilizador escolhe qual o dispositivo a associar.
	O sistema apresenta resumo da viatura e do dispositivo.
	O utilizador confirma a associação e da entrada da viatura.
<b>Fluxo Alternativa</b>	O utilizador regista fotograficamente danos da viatura.

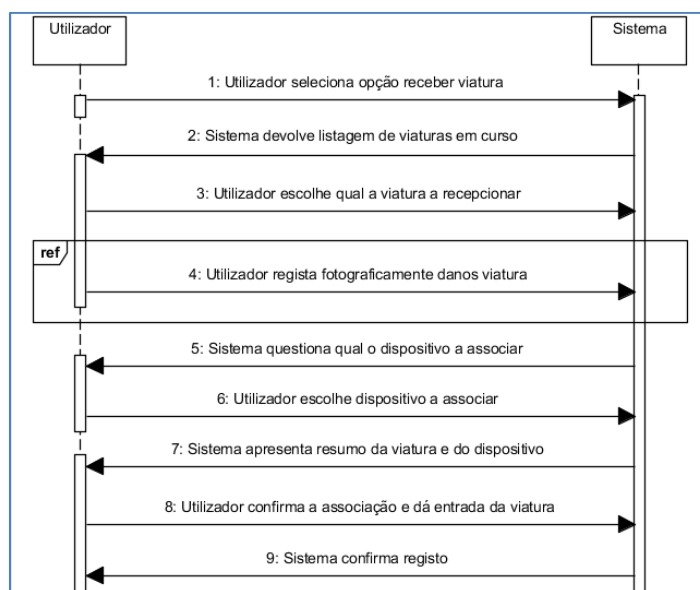


Figura 29 - UC07: Receber viatura

O **UC08 – Confirmação posição** (Tabela 14 e Figura 30), O processo de receção de viatura pressupõe a confirmação da posição da viatura por parte do utilizado. O utilizador seleciona a opção de confirmar posição e o sistema responde com as viaturas próximas de sua posição. O utilizador escolhe a viatura e envia as coordenadas GPS. O sistema regista os dados enviados.

Tabela 14 - UC08: Confirmar Posição

UC08 - Confirmar Posição	
<b>ID do Caso de Uso</b>	08
<b>Nome do Caso de Uso</b>	Confirmar posição
<b>Atores</b>	Operador
<b>Pré-Condições</b>	O utilizador estar registado no sistema.
	O utilizador deverá ter permissão para essa tarefa.
<b>Pós-Condições</b>	Posição confirmada
<b>Fluxo Básico</b>	O utilizador seleciona a opção confirmar viatura.
	O sistema envia listagem de viaturas em parque.
	O utilizador escolhe qual a viatura confirmar posição.
	O utilizador enviar coordenadas GPS da viatura.
	O sistema confirma registo das coordenadas.

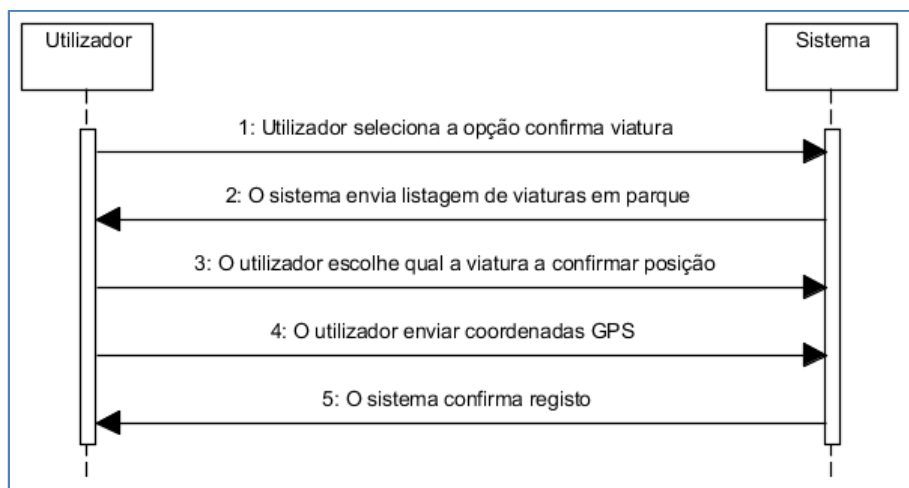


Figura 30 - UC08: Confirmar Posição

## 4.2 Design

*A arquitetura de software define o que é o sistema em termos de componentes computacionais e os relacionamentos entre estes componentes” [26].*

A arquitetura do sistema apresentada na Figura 31 pressupõe que o elemento agregador e de ligação entre os módulos será a própria *WEB APP*, recorrendo ao desenvolvimento de interfaces específicas ou à utilização de conectores previstos na *Framework* que será utilizada.

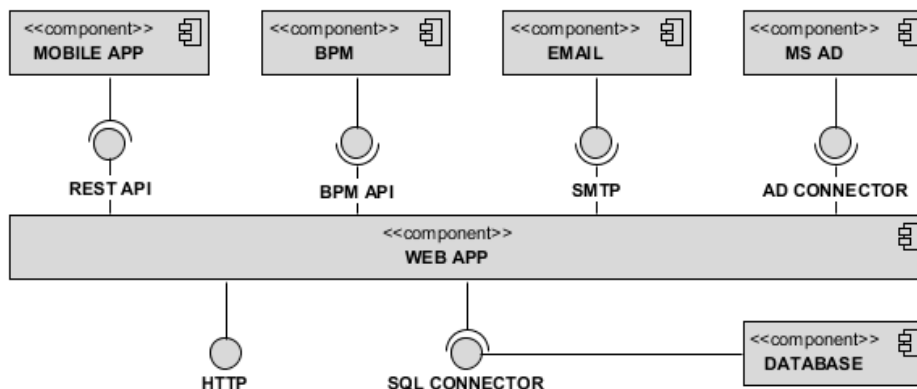


Figura 31 – Diagrama de componentes

Como arquitetura alternativa considerou-se a utilização de um *enterprise service bus* (ESB) por forma a desacoplar a implementação dos serviços da plataforma central. A solução prevê a ligação com vários sistemas com diferentes protocolos pelo que foi executada uma análise detalhada entre arquiteturas por forma a identificar a que melhor se adapta ao projeto.

A primeira decisão recaiu sobre o tipo de aplicação a desenvolver optando por uma aplicação *web* pois pretende-se garantir facilidade de acesso sem a necessidade de efetuar qualquer tipo

de instalação. Desta forma o acesso é garantido a qualquer tipo de dispositivo que possua um *browser* sem que existam dependências por exemplo ao nível do sistema operativo. Uma outra vantagem prende-se com a manutenção da aplicação, dado que nesta abordagem é efetuada exclusivamente do lado do servidor sendo as atualizações automáticas e imediatas nos clientes. O desenvolvimento da aplicação móvel fundamenta-se na necessidade de interagir eficazmente com interfaces do telemóvel, nomeadamente o Bluetooth, para comunicação com os *beacons* e camara fotográfica para registo de anomalias detetadas nas viaturas. A aplicação móvel permite uma maior personalização e justifica-se quer pelo uso regular quer pela possibilidade de implementar armazenamento local.

Relativamente aos sensores estes serão colocados em todas as viaturas por forma a identificar a localização, sendo a recolha de dados efetuada por uma *gateway* que paralelamente os envia para a plataforma web para o respetivo processamento de informação. A receção de dados do lado da plataforma implica o desenvolvimento específico dado que o formato dos dados é fechado não permitindo alterações.

O processo de recção e entrada de viaturas no parque assume um papel preponderante no funcionamento do sistema pelo que será descrito num processo BPM Figura 32.

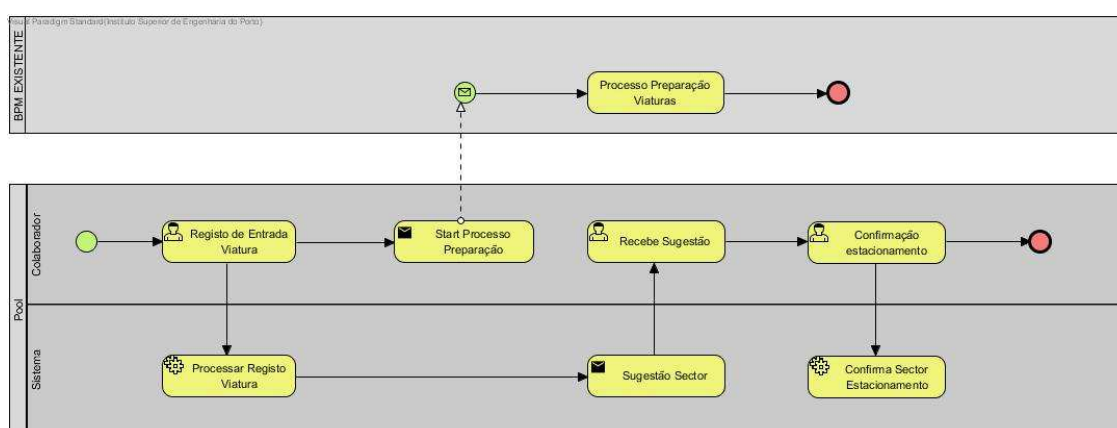


Figura 32 – Processo de receção viaturas

Este processo é iniciado pelo colaborador responsável pela receção de viaturas, sendo efetuada de seguida uma verificação ao estado geral da viatura com base numa *checklist* existente. Uma vez concluída essa verificação é efetuado o registo da viatura no sistema e simultaneamente enviada uma mensagem para o BPM existente na organização no sentido de arrancar uma instância do processo de preparação de viaturas já existente na organização. Após o registo da viatura o sistema sugere um local para estacionamento da viatura com base em regras definidas ficando a aguardar confirmação do estacionamento por parte do colaborador. Uma vez confirmado o estacionamento o sistema confirma o local onde se encontra a viatura recorrendo às leituras efetuadas dos *beacons* presentes nas viaturas e o processo termina

#### 4.2.1 WEB APP E MOBILE APP

A WEB APP será desenvolvida de acordo com o estilo arquitetural cliente servidor e com recurso ao padrão MVC permitindo dividir as funcionalidades do sistema em camadas com responsabilidades bem definidas. Este módulo apresenta-se como o núcleo central da solução e será responsável por assegurar a comunicação com todos os componentes do projeto.

A MOBILE APP será desenvolvida em Android uma vez que esta plataforma responde a todos os requisitos do projeto e não implica investimento em termos de equipamento e licenciamento. Este módulo irá suportar o processo de receção de viaturas e para tal terá de assegurar as seguintes componentes:

- Autenticação do utilizador;
- Comunicação com os *beacons*;
- Comunicação com o WEB APP que associa ao *beacon* ao *chassis* do carro;

#### 4.2.2 Rede Sensores

Os dispositivos a colocar nas viaturas para identificar a proximidade das viaturas serão *beacons*. Esta escolha, para além de outros fatores foi baseada na possibilidade de poder comunicar com estes dispositivos através de qualquer *smartphone* ou *tablet*, bastando instalar a aplicação. A comunicação entre os dispositivos BLE e a plataforma *web* será efetuada através de uma *gateway* que recolhe informação dos *beacons* e procede ao seu envio por HTTP.

A solução não prevê a localização exata da viatura, mas sim a localização próxima, o que reduz significativamente o número necessário de antenas a instalar por forma a respeitar os requisitos.

#### 4.2.3 Enterprise Service Bus (ESB)

*“ESB é um barramento de serviços corporativos que fornece uma abstração de camadas na implementação de um sistema empresarial de mensagens. Combina uma abordagem orientada a eventos e orientada a serviços, simplificando integrações de negócios e unindo plataformas heterogêneas e ambientes” [27].*

A arquitetura alternativa prevê a utilização de um ESB como intermediário tendo em conta as vantagens na implementação tais como a resolução do problema do Point to Point, a redução o numero de interações, a possibilidade de assegurar entrega de mensagens entre aplicações e serviços e o facto de permitir agilidade de integração de diferentes aplicações ou linguagens;

#### 4.2.4 Base de dados

A base de dados, ou *database*, a utilizar será relacional em detrimento de *NO-SQL* dado que as suas características se enquadram mais com este projeto, um dos critérios a ter em conta foi o

facto de assegurar integridade dos dados respeitando as regras *Atomic Consistent Isaloted Durable* (ACID). A persistência de dados será efetuada com a utilização de um *Object-relational Mapping* (ORM) que visa aproximar o paradigma orientado a objetos e o modelo entidade-relação, permitindo um desenvolvimento mais célere e consistente.

### **4.3 Sumário do capítulo**

Neste capítulo foi efetuada a descrição técnica do projeto com foco na análise e no design da solução. Na análise foram descritos os processos mais relevantes que originaram a identificação dos requisitos funcionais e não funcionais, os quais estiveram na origem dos casos de uso apresentados onde se identificaram os atores e interações com o sistema. No design definiu-se a arquitetura do sistema descrevendo cada um dos componentes identificados.

## 5 Desenvolvimento do Protótipo

Este capítulo descreve a implementação do protótipo tendo por base uma das arquiteturas anteriormente definidas bem como a descrição das tecnologias e metodologias utilizadas.

### 5.1 Arquitetura Utilizada

A arquitetura utilizada para o desenvolvimento deste protótipo presente na Figura 33 é referente á primeira arquitetura descrita neste documento, a qual assenta na definição da WEB APP como elemento agregador em detrimento da utilização de um ESB. O carácter empresarial deste projeto e o contexto da empresa levaram a que nesta fase o foco se centrasse no desenvolvimento de um protótipo que permita a prova de conceito com os módulos base. Os módulos identificados a cor azul não foram contemplados no protótipo, no entanto estão identificados como trabalho futuro para este projeto.

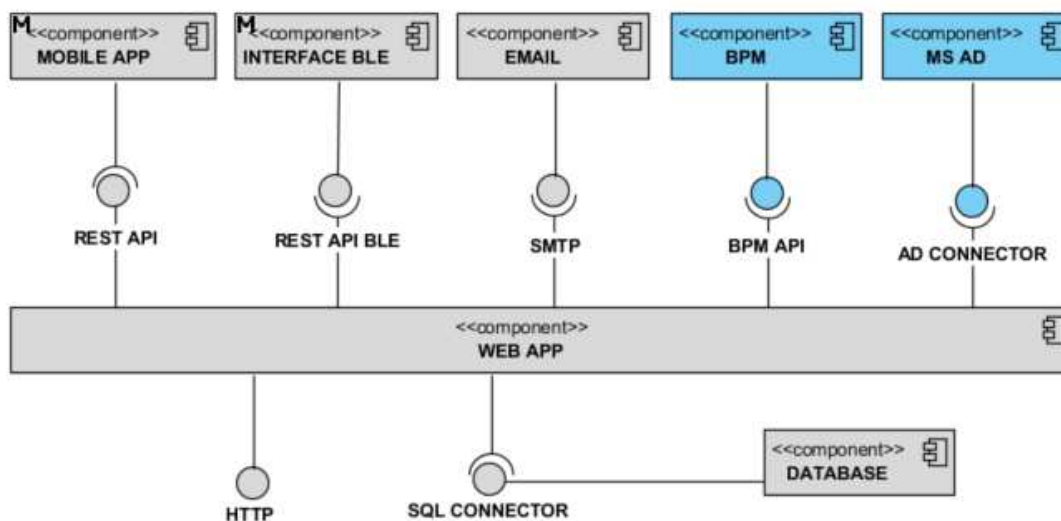


Figura 33 - Arquitetura implementada

Verificou-se a necessidade de adicionar um novo módulo INTERFACE BLE responsável pela coleta de leituras das várias antenas bem como o tratamento dos dados recebidos. Com este módulo torna-se possível utilizar outro tipo de antenas, com outros formatos de leitura sem que seja necessário executar alterações na WEB APP.

A MOBILE APP comunica através de uma REST API e tem como objetivo otimizar o processo de associação do *beacon* com a viatura. Para isso executa um *survey* aos dispositivos BLE que se encontrem dentro do seu raio de alcance, comunica com a WEB APP por forma a obter uma listagem de viaturas que se encontrem em trânsito, recolhe inputs do utilizador enviando-os para a WEB APP.

A comunicação com os vários intervenientes dos processos é efetuada por email em que o envio é executado através de Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) implementado na WEB APP.

## 5.2 Descrição do protótipo

O protótipo é composto por três componentes entre as quais a componente mobile responsável pela otimização do processo de associação dos *beacons* às viaturas, a competente de interface que tem por função recolher e efetuar um pré-tratamento às leituras recolhidas e por fim a componente web na qual se poderá executar a gestão da solução bem como verificar em tempo real a localização aproximada das viaturas nos parques da empresa. O diagrama de sequência presente na Figura 34 ilustra as interações entre os vários componentes do protótipo.

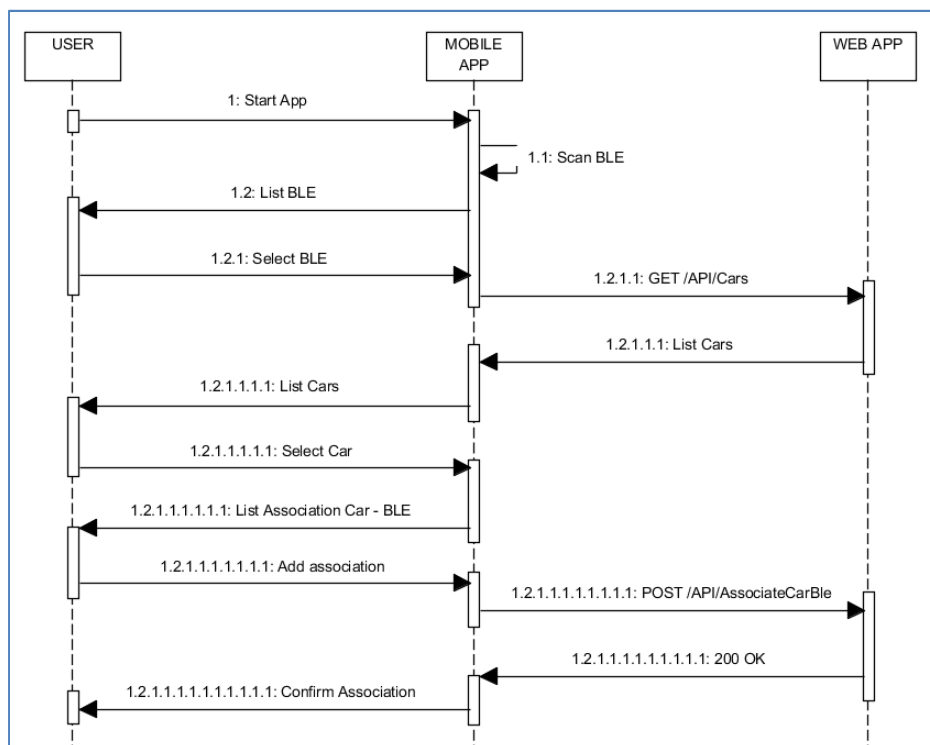


Figura 34 - Diagrama de Sequência Protótipo



Verificou-se a impossibilidade de instalar nesta fase o protótipo num dos parques da empresa pelo que foi utilizado um cenário controlado para o desenvolvimento, neste caso uma sala do departamento de engenharia informática.

A sala foi modelada por secções na plataforma *web* por forma a simular um dos parques da empresa e demonstrar como se procede à identificação da proximidade das viaturas. A técnica utilizada tem por base a colocação de antenas em pontos estratégicos com o intuito de medir a potência de sinal recebida dos *beacons* colocados nas viaturas.

A medição da potência de sinal pode facilmente ser afetada por vários fatores tais como a reflexão, a difração ou a atenuação o que pode levar a leituras com valores errados e com incorreta interpretação.

A proximidade calculada tem por base uma mediana efetuada com base nas ultimas 20 leituras efetuadas sendo este um método básico e utilizado apenas para prova de conceito, mas que gerou resultados satisfatórios para o propósito deste protótipo.

Numa fase posterior deste projeto será utilizada uma técnica de triangulação também com base na potencia do sinal recebido, mas com a presença de leituras de pelo menos antenas diferentes. O calculo a distancia em função da potência recebida pode ser modelado de acordo com a expressão matemática da Figura 35 o que aplicando posteriormente um método probabilístico como por exemplo o de Máxima Verosimilhança permitirá obter uma maior precisão na localização aproximada das viaturas.

$$P_r(d) [dBm] = P_0(d) [dBm] - 10 n_p \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right) + X_\delta$$

Figura 35 - Equação distância em função da potencia do sinal recebido [14]

### 5.3 MOBILE APP

A aplicação móvel foi desenvolvida em Android com recurso ao *Software Development kit* (SDK) com a API 23 *Marshmallow* por forma a garantir o desempenho e a operacionalidade necessária na comunicação com dispositivos BLE.

Foram desenvolvidas quatro *activities* neste protótipo tal com funcionalidades distintas. Na primeira *activity* , Figura 36, o utilizador tem o primeiro contacto com a aplicação e dá inicio ao processo de associação dos *beacons* às viaturas.

A simplicidade da *user interface* foi identificada como requisito pelo que o layout foi desenhado por forma a tornar a experiencia do utilizador o mais simples possível com o menor número de elementos possível. "*Less is more*" [28]

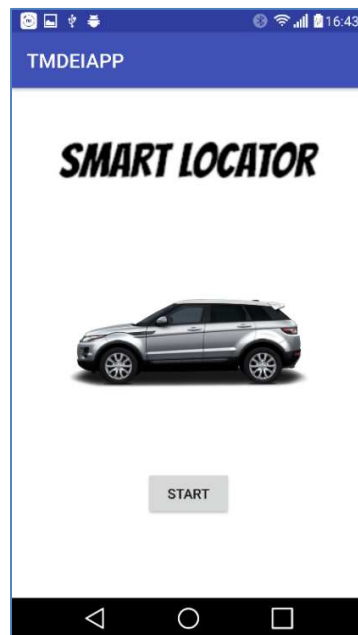


Figura 36 - Activity Home

A segunda *activity*, Figura 37, é responsável por efetuar uma pesquisa por dispositivos BLE dentro do alcance e a apresentação ao utilizador dos resultados obtidos. Em resumo é criado um *scanner* para equipamentos Bluetooth de acordo com um filtro personalizado para que apenas se considerem *beacons* do fabricante escolhido para este protótipo. Os resultados são tratados por *callback* e inseridos num *adpater* que serve de repositório para a *listview* que apresenta os dados ao utilizador.

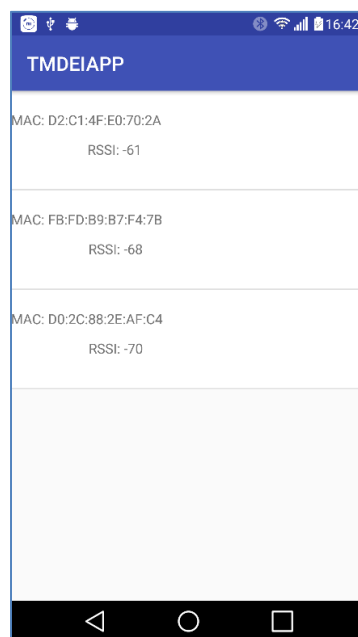


Figura 37 - Activity Scan Beacons

A terceira *activity*, Figura 38, é responsável por efetuar um pedido REST a WEB APP no sentido de obter uma lista de viaturas em trânsito. O resultado do pedido é carregado num *adapter* que serve de repositório à *listview* que apresenta os chassis das viaturas. A escolha efetuada pelo utilizado é passada por um *intente* para a *activity* seguinte.

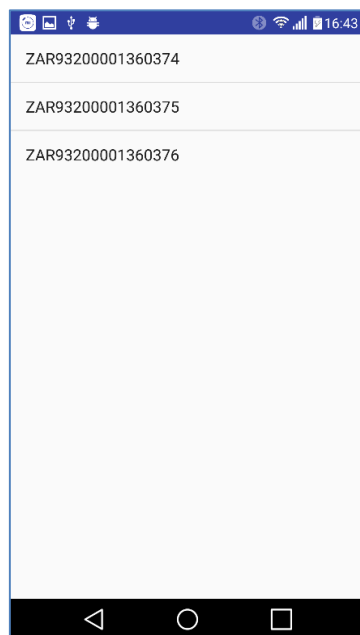


Figura 38 - Activity Get Cars

A quarta *activity*, Figura 39, apresenta um resumo da associação anteriormente efetuada entre a viatura e o *beacon* escolhidos solicitando confirmação ao utilizador para efetuar o registo na WEB APP através de um *POST* para *REST API*.

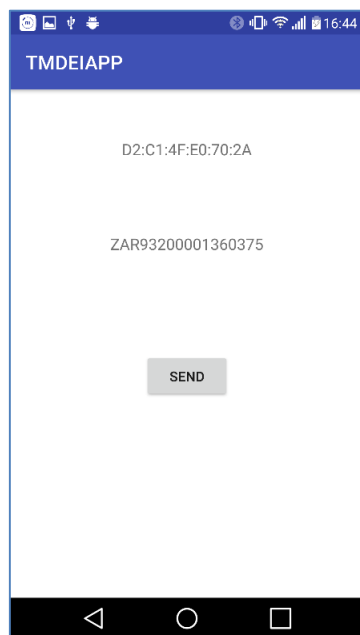


Figura 39 - Activity Associate

### 5.3.1 Detalhes desenvolvimento

A *activity* responsável pesquisa de dispositivos BLE verifica se estão reunidas as condições necessárias para a pesquisa, isto é, se o dispositivo móvel suporta BLE, se o adaptador Bluetooth se encontra ativo e se a aplicação tem permissões para a localização. Estas verificações são executadas com base no estado do *adapter* e na verificação da *feature BLUETOOTH\_LE* como apresenta a Figura 40 e com permissões asseguradas no *manifest*.

A pesquisa dos *beacons* é efetuada com base na classe *BluetoothLeScanner* e nos métodos por esta disponibilizados, os quais permitem para além do *scan* a aplicação de filtros específicos na pesquisa de dispositivos.

```
BluetoothManager manager = (BluetoothManager) getSystemService(BLUETOOTH_SERVICE);
adapter = manager.getAdapter();

if (adapter == null || !adapter.isEnabled()) {
    //Bluetooth is disabled
    Intent enableBtIntent = new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
    startActivity(enableBtIntent);
    finish();
    return;
}

if (!getPackageManager().hasSystemFeature(PackageManager.FEATURE_BLUETOOTH_LE)) {
    Toast.makeText(this, "O seu dispositivo não permite BLE.", Toast.LENGTH_SHORT).show();
    finish();
    return;
}
```

Figura 40 - Validação Bluetooth

A terceira *activity* é responsável pela comunicação HTTP com a plataforma web consumindo um webservice *Representational State Transfer* (REST) através do método GET ao recurso <http://192.168.0.150:52202/api/viaturas>.

As operações são executadas por uma *asyncTask* as quais permitem o processamento em paralelo o que se neste tipo de desenvolvimento se torna altamente recomendável neste tipo de desenvolvimento dado que para além de evitar bloqueios operacionais permitem o encapsulamento de todo o processo de criação de *threads*.

Na Figura 41 pode-se verificar a criação do URL de conexão na qual se define o tipo de conteúdo e o tipo de resposta esperados “application/json” bem como o método a utilizar neste caso específico o GET, o qual obtém a representação do recurso especificado.

```

public class AsyncHttpTask extends AsyncTask<String, Void, Integer> {
    @Override
    protected Integer doInBackground(String... params) {
        InputStream inputStream = null;
        HttpURLConnection urlConnection = null;
        Integer result = 0;
        try {

            URL url = new URL(params[0]);

            urlConnection = (HttpURLConnection) url.openConnection();
            urlConnection.setRequestProperty("Content-Type", "application/json");
            urlConnection.setRequestProperty("Accept", "application/json");
            urlConnection.setRequestMethod("GET");

            int statusCode = urlConnection.getResponseCode();

            if (statusCode == 200) {
                inputStream = new BufferedInputStream(urlConnection.getInputStream());
                String response = convertInputStreamToString(inputStream);
                parseResult(response);
            }
        }
    }
}

```

Figura 41 - AsyncTaks Get Http

A *activity* que finaliza o processo de associação tem como função o envio para a plataforma central das opções tomadas pelo utilizador na escolha do beacon e da viatura a associar, este envio é efetuado para um webservice REST por POST utilizando a biblioteca OkHttp.

```

void postRequest(String postUrl,String postBody) throws IOException {

    OkHttpClient client = new OkHttpClient();
    RequestBody body = RequestBody.create(JSON, postBody);

    Request request = new Request.Builder()
        .url(postUrl)
        .post(body)
        .build();

    client.newCall(request).enqueue(new Callback() {
        @Override
        public void onFailure(Call call, IOException e) { call.cancel(); }

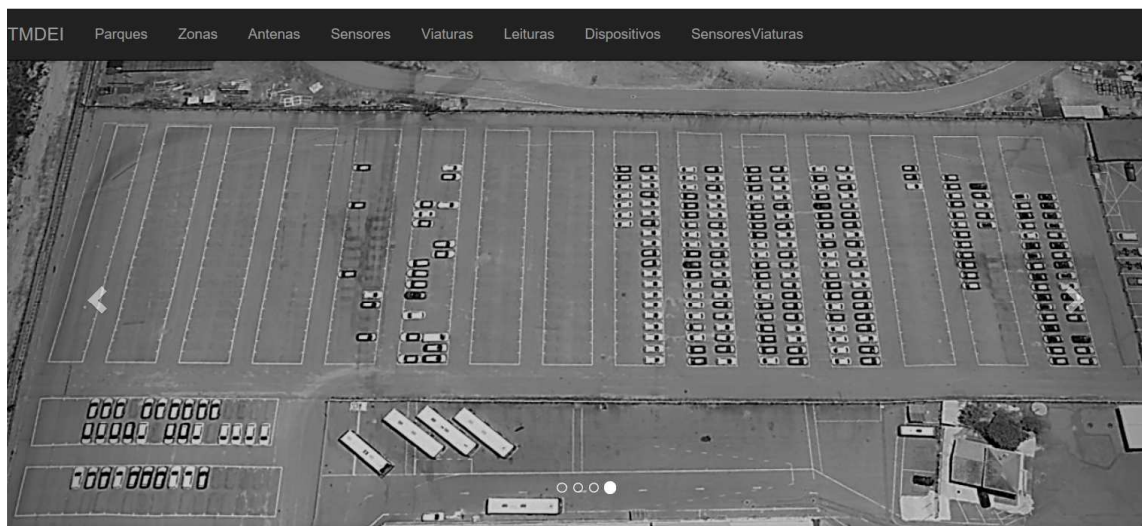
        @Override
        public void onResponse(Call call, Response response) throws IOException {
            Log.d("TAG",response.body().string());
        }
    });
}

```

Figura 42 - OkHttp Post Request

## 5.4 WEB APP

A plataforma *web*, Figura 43, foi desenvolvida em .net Core uma *framework* modular e *open-source* desenvolvida pela Microsoft em 2014 e que permite execução em vários ambientes tais como Windows, Linux e macOS. Os recentes testes de desempenho e o facto de ser *cross-platform* foram fatores que influenciaram positivamente a escolha desta plataforma.



© 2017 - Tese Mestrado Engenharia Informática - Sistemas Computacionais

Figura 43 - WEB APP

### 5.4.1 MVC .NET

Uma funcionalidade utilizada no desenvolvimento com destaque foi a *Migrations* do *.NET* a qual permite efetuar alterações no *data model* e aplicar essas alterações diretamente na base de dados sem a necessidade de recriar a mesma. Como se pode verificar na Figura 44 foram criadas várias versões da base de dados neste projeto sempre que assim se justificou, sendo de realçar a simplicidade de navegação entre versões com a utilização de comandos específicos na consola.

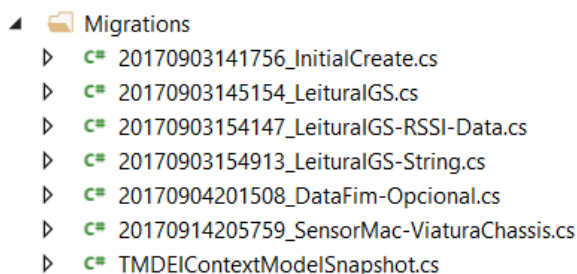


Figura 44 - Migratoins DB

O papel d *controller* num cenário MVC passa pela orquestração entre as restantes camadas sendo elas a camada de views e de models. A Figura 45 apresenta, um exemplo da utilização do *controller* neste projeto, no qual foi necessário obter informação relacionada com o objeto leitura para poder armazenar os dados de acordo com o modelo definido.

```
public async Task<IActionResult> PostLeituraIGS([FromBody] LeituraIGS leituraIGS)
{
    if (!ModelState.IsValid)
    {
        return BadRequest(ModelState);
    }

    Antena a = await _context.Antenas.SingleOrDefaultAsync(p => p.MAC == leituraIGS.MACAntena);
    Sensor s = await _context.Sensores.SingleOrDefaultAsync(p => p.MAC == leituraIGS.MACBeacon);

    Leitura l = new Leitura()
    {
        AntenaID = a.AntenaID,
        SensorID = s.SensorID,
        Payload = leituraIGS.Payload,
        Power = leituraIGS.RSSI,
        DataHora = System.DateTime.Now
    };

    if (a != null && s != null)
    {
        _context.Leituras.Add(l);
        await _context.SaveChangesAsync();

        return CreatedAtAction("GetLeituraIGS", new { id = leituraIGS.LeituraIGSID }, leituraIGS);
    }
    return null;
}
```

Figura 45 - Controller Leituras

Na Figura 46 o *controller* responsável por receber e tratar o pedido de associação de uma viatura com sensor proveniente da MOBILE APP e que é efetuado por método POST na REST API.

```
// POST: api/SensorViaturas
[HttpPost]
0 references | 0 requests | 0 exceptions
public async Task<IActionResult> PostSensorViatura([FromBody] SensorViatura sensorViatura)
{
    if (!ModelState.IsValid)
    {
        return BadRequest(ModelState);
    }

    Sensor s = await _context.Sensores.SingleOrDefaultAsync(p => p.MAC == sensorViatura.SensorMac);
    Viatura v = await _context.Viaturas.SingleOrDefaultAsync(p => p.Chassis == sensorViatura.ViaturaMac);

    SensorViatura sv = new SensorViatura()
    {
        SensorID = s.SensorID,
        SensorMac = s.MAC,
        ViaturaID = v.ViaturaID,
        ViaturaMac = v.Chassis,
        DispositivoID = 1,
        DataInicio = System.DateTime.Now
    };

    _context.SensorViatura.Add(sv);
    await _context.SaveChangesAsync();

    return CreatedAtAction("GetSensorViatura", new { id = sensorViatura.SensorViaturaID }, sensorViatura);
}
```

Figura 46 - Controller SensorViaturas

A coordenação das funcionalidades de gestão de acesso à base de dados é efetuada com base uma classe derivada da classe DbContext, na qual se especifica quais as entidades que fazem parte do modelo de dados utilizado.

```
public TMDEIContext(DbContextOptions<TMDEIContext> options) : base(options)
{
}

16 references | 0 exceptions
public DbSet<Antena> Antenas { get; set; }
11 references | 0 exceptions
public DbSet<Dispositivo> Dispositivos { get; set; }
9 references | 0 exceptions
public DbSet<Leitura> Leituras { get; set; }
11 references | 0 exceptions
public DbSet<Parque> Parques { get; set; }
17 references | 0 exceptions
public DbSet<Sensor> Sensores { get; set; }
13 references | 0 exceptions
public DbSet<SensorViatura> SensorViatura { get; set; }
18 references | 0 exceptions
public DbSet<Viatura> Viaturas { get; set; }
7 references | 0 exceptions
public DbSet<Zona> Zonas { get; set; }
5 references | 0 exceptions
public DbSet<TMDEI.Models.LeituraIGS> LeituraIGS { get; set; }
```

Figura 47 - Dbcontext DB

O primeiro contacto que o utilizador tem com uma aplicação web depende sempre das *views* sendo que todas as interações realizadas com o sistema são efetuadas através destas, no entanto os *controllers* e os *models* assumem também um papel fundamental nestas interações. A título de exemplo na Figura 48 encontra-se o resultado da view de Leituras a qual está definida para listar as ultimas leituras obtidas dos *beacons*.

TMDEI Parques Zonas Antenas Sensores Viaturas Leituras Dispositivos SensoresViaturas					
Index					
<a href="#">Create New</a>					
Payload	Power	DataHora	Antena	Sensor	
,02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 20:59:52	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
,02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:01:41	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
,02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:01:42	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
,02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:01:42	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
,02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:01:43	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
,02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:01:43	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
,02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:01:44	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:02:08	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:04:43	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
02010612FF590080BC1E0100FFFFFFFFFFFFFFFFFFFF	-71	04/09/2017 21:04:49	1	1	<a href="#">Edit</a>   <a href="#">Details</a>   <a href="#">Delete</a>
<div>Previous</div> <div>Next</div>					

Figura 48 - View Leituras



### 5.4.2 ORM

A estratégia para a persistência da aplicação web baseou-se na utilização do Entity Framework, um Object Relational Mapping (ORM) por forma a aumentar produtividade, pela facilidade de manutenção do código e pela padronização que se associa a aplicação



Figura 49 - First Code [22]

Podemos verificar um exemplo na Figura 50 da utilização deste modelo para definição da model class entidade antena a qual apresenta cinco propriedades (AntenaID, Local, Descricao, MAC, IP) para sua caracterização. Foram também definidas duas propriedades de navegação que permitem a associação a entidades relacionadas, neste caso a antena relaciona-se com a zona a qual esta instalada e com as leituras que efetua.

```
public class Antena
{
    [Key]
    8 references | 0 exceptions
    public int AntenaID { get; set; }
    0 references | 0 exceptions
    public string Descricao { get; set; }
    0 references | 0 exceptions
    public string Local { get; set; }
    1 reference | 0 exceptions
    public string MAC { get; set; }
    0 references | 0 exceptions
    public string IP { get; set; }

    0 references | 0 exceptions
    public ICollection<Leitura> Leituras { get; set; }
    0 references | 0 exceptions
    public ICollection<Zona> Zona { get; set; }
}
```

Figura 50 - Model Antena

Uma vez concluída a criação das classes que constituem o modelo foi necessário definir a *class database context* dado que esta tem como objetivo coordenar as funcionalidades de *Entity Framework* para um dado modelo. Para além da definição do *context* cria também uma propriedade *DbSet* por cada entidade definida, o que por norma corresponde a uma tabela na base de dados e permite a fácil manipulação de dados.

### 5.4.3 EMAIL

As notificações enviadas pela plataforma web efetuam-se através email dado que com este canal facilmente se comunica com todos os intervenientes identificados ao longo do processo.

A implementação deste canal de email passou pela utilização do namespace System.Net.Mail o qual disponibiliza uma série de classes que permitem a rápida disponibilização do serviço de envio de email. O método presente na Figura 51 encontra-se disponível na classe Utils a qual disponibiliza uma lista de serviços de apoio transversais á plataforma web como por exemplo o envio de email, conversão de dados, leitura de configurações, entre outros.

Este método recebe como parâmetros os elementos necessários ao envio de email tais o endereço do destinatário, o assunto e o corpo da mensagem. De seguida são criados objetos do tipo MailAddress no qual estão definidos os endereços do remetente e do destinatário, SmtClient responsável pelo envio da mensagem e no qual se definem as configurações da caixa de correio e por fim o MailMessage no qual se compõe a mensagem a enviar.

No protótipo os elementos da conta de correio estão definidos hardcoded, no entanto está identificada a necessidade de contemplar em trabalho futuro a colocação destes elementos num ficheiro de configuração de uma forma segura. Para tal será disponibilizada uma view ao utilizador para parametrização da caixa de correio, sendo estes encriptados e posteriormente armazenados na base de dados do sistema.

```
public void SendEmail(string receiver, string subject, string message)
{
    try
    {
        {
            var senderEmail = new MailAddress("ricardo.filipe@gmail.com", "Ricardo");
            var receiverEmail = new MailAddress(receiver, "Funcionário");
            var password = "*****";
            var sub = subject;
            var body = message;
            var smtp = new SmtClient
            {
                Host = "smtp.gmail.com",
                Port = 587,
                EnableSsl = true,
                DeliveryMethod = SmtDeliveryMethod.Network,
                UseDefaultCredentials = false,
                Credentials = new System.Net.NetworkCredential(senderEmail.Address, password)
            };
            using (var mess = new MailMessage(senderEmail, receiverEmail)
            {
                Subject = subject,
                Body = body
            })
            {
                smtp.Send(mess);
            }
        }
    }
}
```

Figura 51 - Código envio de email

## 5.5 Interface BLE

Com vista a criar um nível de abstração entre a plataforma web e os dispositivos responsáveis pelo recolher das leituras dos *beacons* foi desenvolvida uma interface para efetuar um pré-tratamento dos dados, permitindo adicionar qualquer tipo de leitor sem a preocupação do tipo de comunicação e do formato de dados utilizado. Numa fase posterior deste projeto estas funcionalidades serão asseguradas pelo ESB descrito no capítulo da arquitetura da solução.

### 5.5.1 BLE interface

A escolha do dispositivo para alojar a interface e assegurar as comunicações entre as antenas e a plataforma web recaiu sobre o Raspberry Pi Model B presente na Figura 52 [29], o qual apresenta as características necessárias para responder aos requisitos deste protótipo, tais como o baixo consumo 3.5W, o processador de 700 MHz e 512 MB de ram. Dada a ausência de interface wireless neste dispositivo optou-se por adicionar uma placa (Edimax EW-7811U) de baixo custo e com a norma 802.11n a qual se adapta perfeitamente quer ao nível das distâncias, quer ao nível dos débitos necessários para a comunicação.



Figura 52 - Raspberry PI [29]

Ao nível do sistema operativo optou-se pela distribuição Raspbian OS, uma distribuição baseada no Debian Linux e especificadamente desenvolvida para as características destes dispositivos.

A linguagem de programação utilizada foi o python dada a sua versatilidade e rapidez de implementação o que se enquadra para a construção do protótipo. O script desenvolvido permite a execução de um servidor web capaz de receber os pedidos das antenas, executar o tratamento dos dados de acordo com a especificação do dispositivo de origem, bem como proceder ao envio da informação através do webservice da plataforma web.

O diagrama de sequência presente na Figura 53 representa as interações entre as antenas colocadas nas viaturas e espalhadas pelas instalações, o interface BLE desenvolvido para a recolha e pré-tratamento de leituras e a WEB APP que recebe e regista as leituras na base de dados do sistema.

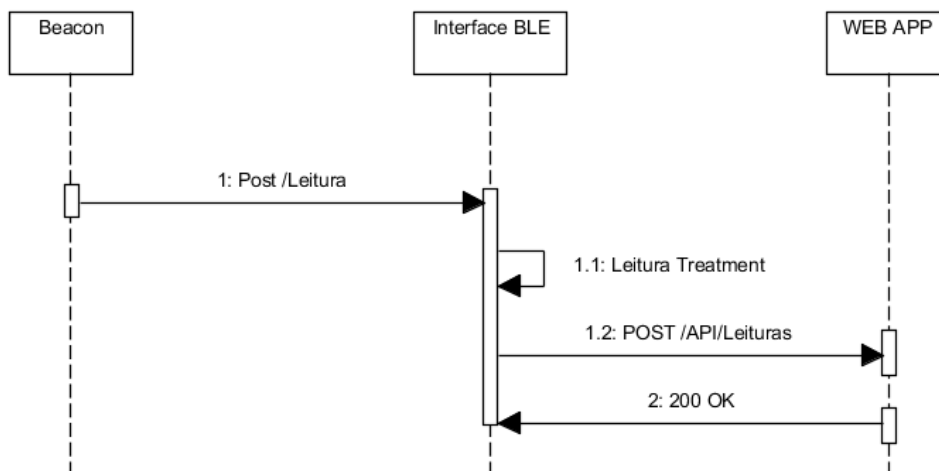


Figura 53 - Diagrama de sequência leituras BLE

A título de exemplo podemos verificar na Figura 54 um extrato de código responsável pela receção e tratamento da informação recebida, pela criação do json com os elementos necessários para registar a leitura e pelo envio da informação para o *endpoint* definido.

```

def do_POST(self):
    print("\n----- Request from iGS01 ----->\n")
    request_headers = self.headers
    content_length = request_headers.get('Content-Length')
    length = int(content_length) if content_length else 0
    data=self.rfile.read(length).decode('utf-8')
    print("Request payload:", data)

    data = {
        "MacBeacon" : data[6:19],
        "MacAntena" : data[19:31],
        "RSSI" : data[32:35],
        "Payload" : data[36:],
        "DataLeitura": str(datetime.now())
    }

    API_ENDPOINT = "http://192.168.0.160:52202/api/LeituraIGS"
    headers = {'Content-type': 'application/json', 'Accept': 'text/plain'}
    ans = requests.post(url = API_ENDPOINT, data=json.dumps(data), headers=headers)
    print(ans.text)
    self.send_response(200)
    self.end_headers()
    self.wfile.write(bytes(ans.text, "utf8"))
  
```

Figura 54 - Código Python

### 5.5.2 Beacons e Antenas

A leitura dos *beacons* e envio por HTTP para a interface BLE foi efetuada com recurso a uma gateway IGS01, a qual possui dois interfaces BLE e WiFi. Relativamente ao WiFi tem a norma 802.11n conseguindo atingir transferências na ordem dos 72Mbps, possui também uma antena de 2dBi garantido um range ate 100 metros em espaço aberto.



Figura 55 - Antena IGS01 [30]

O BLE apresenta um processador ARM CortexTM-M0 32-bit, Bluetooth Smart 4.X e tem um range de cerca de 30 metros em espaço aberto. À medida que as leituras BLE vão sendo obtidas serão enviadas por POST para o servidor com a identificação do beacon, gateway, potencia do sinal, payload e timestamp no seguinte formato:

```
$<report.type>,<tag.id>,<gateway.id>,<rssi>,<raw.packet.content>,<unix.epoch.timestamp>\r\n$GPRP,CCB97E7361A4,CB412F0C8EDC,-49,1309696773206D65736820233220285445535429020106
```

Figura 56 - Beacon Advertising

Este equipamento permite o registo das leituras efetuadas em três tipos de servidor como se pode verificar na Figura 57, sendo que para este projeto utilizou-se um servidor HTTP para recolher, processar e armazenar os dados recebidos.

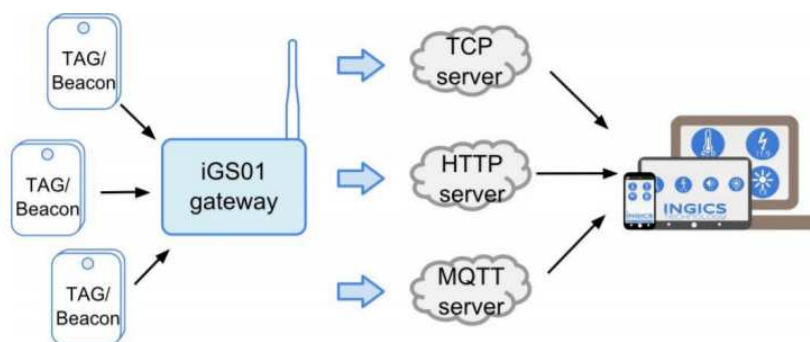


Figura 57 - Conectividade iGS01 [30]

## 5.6 Trabalho Futuro

Nesta secção identificam-se os desenvolvimentos e técnicas a utilizar em trabalho futuro no desenvolvimento deste projeto e com especial foco nas questões de autenticação e segurança das comunicações entre plataformas.

### 5.6.1 SAML

Para este projeto pretende-se o conceito Single Sign On facilitando a experiencia do utilizador recorrendo ao provedor cooperativo existente na organização neste caso o Active Directory. A autenticação e autorização são requisitos da plataforma web e apresentam propósitos diferentes, isto é enquanto que a autenticação passa por assegurar que estamos perante quem se diz ser, a autorização é assegurada que determinado utilizador tem acesso ao recurso ao qual esta a tentar aceder.

Para responder aos requisitos identificados vai ser utilizado protocolo Security Assertion Markup Language (SAML) na versão 2. Este protocolo é um standard aberto, baseado em XML e que apresenta três entidades, o utilizador, provedor de identidade (IdP) e o provedor de serviços (PS) os quais trocam informação entre si por forma a assegurar a autenticação e a autorização.

O método de funcionamento deste protocolo está representado no diagrama de sequencia presente na Figura 58. O fluxo inicia quando o utilizador necessita de aceder a um determinado recurso da aplicação, neste momento o PS solicita asserções SAML para aceder ao seu serviço. Para o cenário de não existirem asserções válidas o cliente é redirecionado para o IdP SAML e no caso de o utilizador não estar autenticado são-lhe solicitadas credencias de acesso. Após inserção e no caso de sucesso este é novamente redirecionado para o PS com o token SAML e o que lhe irá garantir o acesso e nesse momento o recurso é disponibilizado ao utilizador.

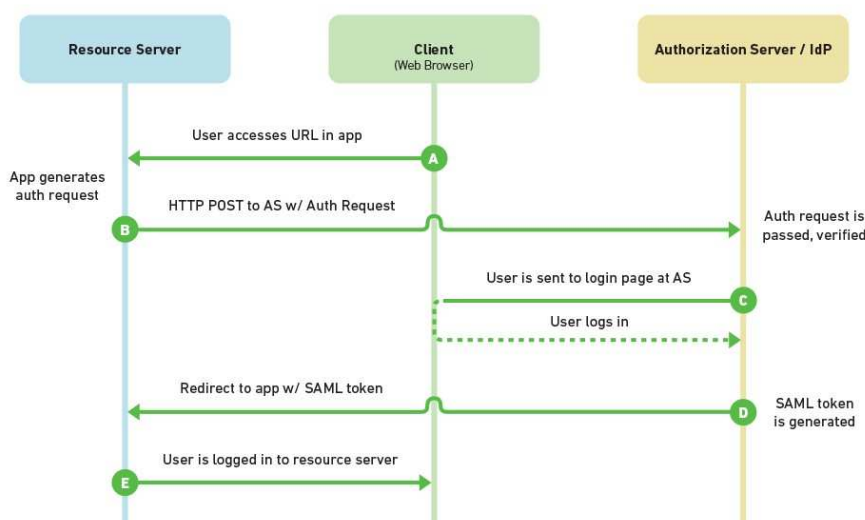


Figura 58 - Diagrama de sequencia SAML [31]

### 5.6.2 Segurança comunicação

As comunicações que transportem dados sensíveis entre um cliente e um servidor devem ser cifradas de modo a que estas não possam ser lidas por terceiros. Uma das formas de proceder à cifra de dados em comunicações de dados utilizando o protocolo HTTP é recorrendo ao Secure Sockets Layer (SSL). Um protocolo criptográfico desenvolvido inicialmente pela empresa Netscape baseado em cifras assimétricas e com o objetivo de estabelecer um canal de comunicação cifrado entre o servidor e o cliente por forma a assegurar a privacidade e autenticidade. Para isso recorre a certificados digitais, estes assentam numa estrutura hierárquica de confiança cujo topo é pertença de uma Entidade Certificadora (CA Root Certificate). Esta entidade certificadora confirma que o possuidor do certificado é de facto quem afirma ser, assinando o certificado e impossibilitando a sua modificação.

Tal como se pode verificar Figura 59 quando se procede a uma visita de um site HTTPS através de um browser o servidor web procede ao envio da sua chave pública por forma a que o pedido de acesso a um recurso seja efetuado em modo cifrado, sendo que quando o servidor web recebe esse pedido de informação cifrado utiliza a sua chave privada para a decifrar a mensagem e proceder á resposta também esta em modo cifrado.

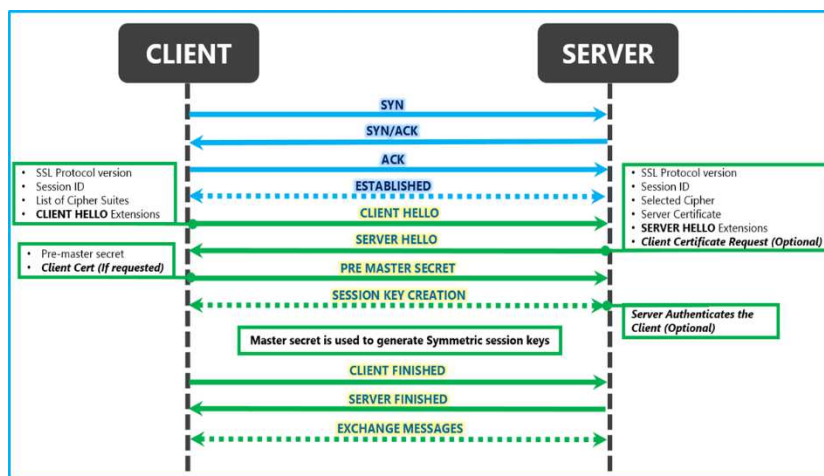


Figura 59 - Funcionamento SSL [32]

No âmbito deste projeto serão seguidas as melhores práticas e por isso todas as comunicações com a plataforma web serão efetuadas sobre HTTPS, para tal a plataforma será alojada num dos servidores disponibilizados pela empresa recorrendo a certificados já existentes.

## 5.7 Sumário do capítulo

Neste capítulo foi descrita a implementação do protótipo com base na arquitetura definida. Foi também detalhada a abordagem utilizada no desenvolvimento de cada um dos componentes e identificado trabalho futuro nas áreas da segurança e da autenticação.

## **6 Avaliação da Solução**

Neste capítulo serão apresentados os resultados, as hipóteses e a metodologia utilizada nos testes que serão efetuados por forma a medir o impacto da solução no dia a dia da organização.

### **6.1 Solução e Hipóteses**

Uma vez concluída a implementação da solução na empresa torna-se pertinente medir o impacto que esta apresenta nas operações diárias da empresa. Para tal foram efetuados dois testes distintos em que no primeiro foi efetuado um questionário anónimo junto de todos os intervenientes medindo o grau de satisfação geral com a solução. No segundo teste foram registados todos os tempos necessários para execução do processo de receção da viatura manualmente e com a utilização da solução desenvolvida.

As hipóteses para o teste estatístico baseiam-se nos dois cenários apresentados anteriormente e no tempo que o colaborador responsável pela receção de viaturas necessita para concluir o processo de entrada de uma viatura.

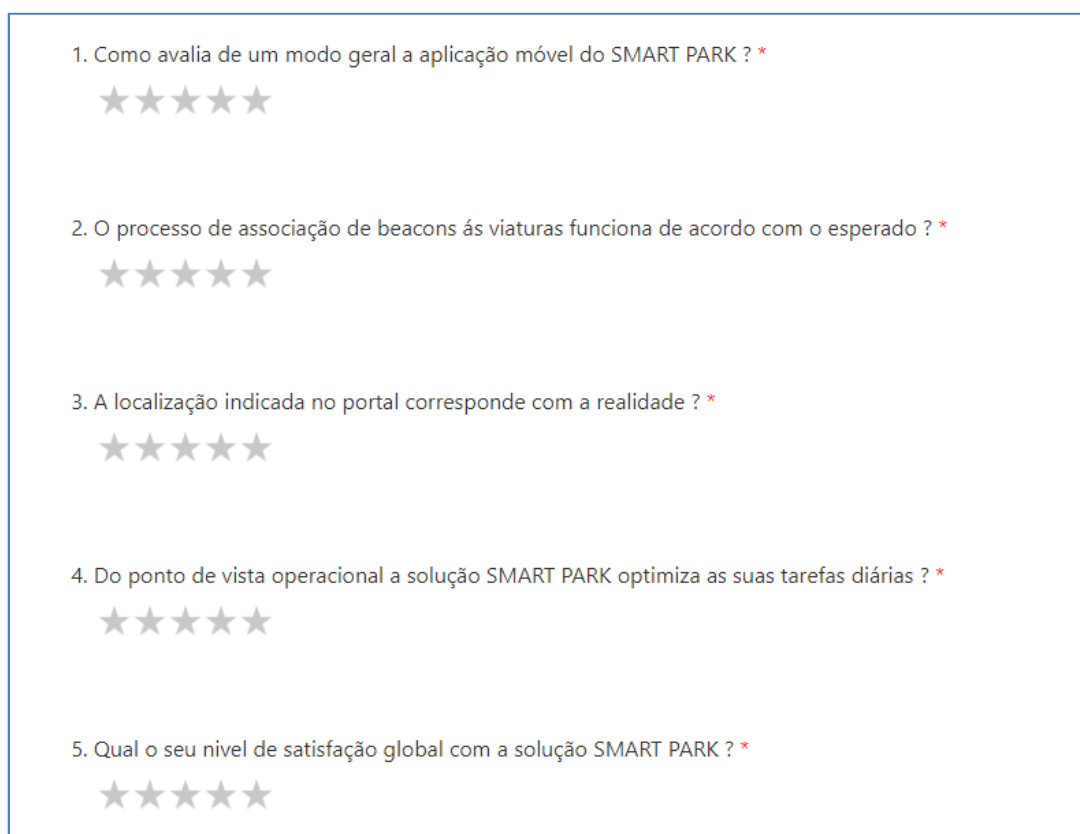
No primeiro todo o processo é efetuado manualmente desde a verificação da viatura, do registo em papel dos dados da viatura até à posterior inserção dos elementos em sistema, enquanto que no segundo o colaborador executará o processo utilizando a aplicação móvel automatizando todo o processo

### **6.2 Metodologia**

O primeiro teste foi baseado nas médias dos valores das respostas obtidas no questionário anónimo respondido por um grupo selecionado de 10 colaboradores da empresa. Este questionário foi composto por cinco perguntas com a possibilidade de pontuar de zero a cinco.



O questionário foi desenvolvido na ferramenta Microsoft Forms que integra a solução do Microsoft Office 365 presente na empresa. Dada a versatilidade da ferramenta o questionário presente na Figura 60 foi rapidamente desenvolvido e difundido pelo grupo de colaboradores.



1. Como avalia de um modo geral a aplicação móvel do SMART PARK ? \*

★★★★★

2. O processo de associação de beacons às viaturas funciona de acordo com o esperado ? \*

★★★★★

3. A localização indicada no portal corresponde com a realidade ? \*

★★★★★

4. Do ponto de vista operacional a solução SMART PARK otimiza as suas tarefas diárias ? \*

★★★★★

5. Qual o seu nível de satisfação global com a solução SMART PARK ? \*

★★★★★

Figura 60 - Questionário Satisfação

### 6.2.1 Análise de resultados

Uma vez rececionadas as repostas ao questionário compilou-se numa tabela as respostas e respetiva média valores. Após análise das respostas verifica-se que o nível de satisfação global com o protótipo é bastante elevado 4,2 valores em 5 possíveis.

Verificou-se também uma grande receptividade na adoção desta ferramenta, no entanto existe sempre alguma resistência á mudança pelo que se estima que uma vez que estejam desenvolvidas todas as funcionalidades previstas este valor subirá consideravelmente.

Um outro valor de referência foi o da correspondência acertada da posição da viatura, embora estes testes tenham sido efetuados em ambiente simulado e com recurso a métodos elementares e não definitivos uma vez que se prevê a adoção do modelo matemático descrito anteriormente.

Tabela 15 - Respostas Questionário

	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5
<b>Resposta 1</b>	5	5	4	4	5
<b>Resposta 2</b>	4	4	4	4	4
<b>Resposta 3</b>	5	4	5	5	5
<b>Resposta 4</b>	4	4	4	4	4
<b>Resposta 5</b>	5	5	5	5	5
<b>Resposta 6</b>	4	4	3	3	4
<b>Resposta 7</b>	3	3	3	3	3
<b>Resposta 8</b>	4	4	4	4	4
<b>Resposta 9</b>	5	3	4	4	4
<b>Resposta 10</b>	3	5	4	4	4
<b>MEDIA</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4,2</b>

O segundo teste foi efetuado com base na recolha de 30 registos dos tempos necessários para a execução do processo de receção. Uma vez concluída a recolha aplicou-se o teste estatístico t-teste dado que o cenário obedece a uma distribuição normal de dois grupos emparelhados.

O objetivo deste teste estatístico passou pela rejeição da hipótese nula, dado que aí se estaria perante tempos médios iguais e que não se verifica um impacto positivo na adoção desta solução na atividade da organização.

De acordo com a Tabela 16 comprova-se que a adoção desta solução reduz drasticamente o tempo associado aos processos cobertos o que se traduz em ganhos financeiros diretos e indiretos e no aumento da satisfação global.

A Tabela 17 apresenta o resultado do teste efetuado, no qual o objetivo pela rejeição da hipótese nula dado que *p-value* apresenta um valor inferior ao erro considerado de 5% e também pelo facto de as médias das dos tempos medidos serem diferentes.

Tabela 16 – Medições entrada de viaturas em sistema

Ensaio	Método 1	Método 2
1	30	320
2	32	310
3	28	280
4	35	365
5	40	325
6	26	236
7	25	259
8	32	268
9	31	314
10	29	300
11	36	321
12	29	260

Tabela 17 - Resultados tteste medição tempos

Teste T: Duas amostras emparelhadas	Variável 1	Variável 2
Média	31,08333333	296,5
Variância	18,4469697	1331
Observações	12	12
Correlação de Pearson	0,729564618	
Hipótese de diferença de média	0	
gl	11	
Stat t	-27,4632985	
P(T<=t) uni-caudal	8,70583E-12	
t crítico uni-caudal	1,795884819	
P(T<=t) bi-caudal	1,74117E-11	
t crítico bi-caudal	2,20098516	

### 6.3 Sumário do capítulo

Neste capítulo foi efetuada a avaliação da solução com base em dois testes distintos que permitiram aferir o impacto que este projeto teve no dia a dia da organização. No primeiro procedeu-se á criação e distribuição de um questionário por forma a avaliar o nível de satisfação global dos utilizadores com a solução. No segundo procedeu-se á medição e análise de tempos necessários, com e sem recuso á solução implementada, para a conclusão dos processos.

## 7 Conclusões

Este capítulo apresenta as conclusões do trabalho realizado.

O projeto descrito neste documento tem como objetivo o desenvolvimento de uma solução de suporte aos processos de gestão dos parques de viaturas da Caetano Retail. A estratégia implementada atualmente na empresa exige uma dinâmica elevada na gestão de espaço, na localização de viaturas nos parques das instalações e na integração com sistemas das marcas. Esta solução contempla três componentes diferentes, a aplicação móvel para suporte do processo de receção de viaturas, a infraestrutura que assegura a comunicação com os sensores que identificam a posição das viaturas e a plataforma que agrega e processa toda a informação e que paralelamente será responsável pela integração com os sistemas atualmente existentes.

### 7.1 Conceção e Desenvolvimento

A arquitetura apresentada apresenta-se como uma solução capaz de responder aos objetivos propostos para este protótipo através de uma infraestrutura BLE capaz de identificar a posição das viaturas dentro das instalações da empresa. A utilização desta tecnologia demonstra ser apropriada para a solução apresentada e os equipamentos utilizados apresentam uma boa relação qualidade preço.

Ao nível do software a arquitetura modular adotada permite a definição de responsabilidade de cada componente otimizando o desenvolvimento e facilitando a manutenção de código. Os dados são processados e armazenados centralmente numa plataforma capaz de fornecer informação ao utilizador que o suporte na tomada de decisão nas operações diárias. A mobilidade é assegurada através de uma aplicação móvel desenvolvida para suportar os processos de negócio que envolvem acesso a zonas remotas.

## 7.2 Implementação e Testes

O protótipo funcional desenvolvido valida os conceitos especificados na análise e de acordo com as tecnologias e detalhes de implementação identificados nos capítulos anteriores. Dada a impossibilidade de efetuar nesta fase um protótipo nas instalações da empresa desenvolveu-se um protótipo em ambiente laboratorial, no entanto foi possível efetuar provas de conceito.

A utilização de um ORM permitiu criar um importante nível de abstração em relação à persistência permitindo o foco essencialmente do lado do código e com uma grande vantagem associada no controlo de versões da base de dados. A adoção da *entity framework core* permite que o *deploy* possa ocorrer em sistemas operativos diferentes o que se traduz na possibilidade de adaptar a solução aos ambientes adotados pela ao longo do tempo. A estratégia de desenvolver um interface foi uma aposta ganha dado que deste modo poder-se-á *beacons* de várias marcas ou modelos sem ter que alterar código na plataforma central. A utilização de uma aplicação móvel possibilitou assegurar aos utilizadores a mobilidade e a otimização dos processos reduzindo drasticamente o tempo associado à execução dos processos.

Como resultado final verificou-se a prova de conceito a qual servirá de base para os trabalhos futuros a desenvolver pela organização.

Os testes efetuados comprovam o funcionamento do protótipo implementado bem como a validade dos conceitos desenvolvidos. Optou-se por medir o nível de satisfação de todos os possíveis intervenientes dos processos cobertos por esta solução através de um questionário anónimo e verificou-se que o nível de satisfação global é bastante positivo.

Para além desta medição foram também registados os tempos necessários à execução dos processos nos dois cenários, isto é tal como se encontra atualmente e com a utilização do protótipo. Rapidamente se concluiu que os tempos descem drasticamente na ordem de um décimo do tempo necessário para concluir o processo, o que se traduz em elevados ganhos financeiros e com impacto direto no tempo necessário para entrega das viaturas aos clientes.

## 7.3 Trabalho futuro

A WEB APP deverá assegurar as melhores práticas no que respeita à segurança e como tal todos os acessos deverão ser efetuados de modo seguro, ou seja através do protocolo HTTPS. Paralelamente tanto a autenticação como a autorização deverão estar ligadas ao diretório de utilizadores presente na organização (Active Directory). Deverá ser também implementada a funcionalidade de sugestão do local a parquear a viatura de acordo com critérios que visem a otimização do espaço e a previsão de entregas aos clientes.

Este projeto apresenta como requisito uma infraestrutura de rede sem fios nos espaços a monitorizar, pelo que será necessário efetuar um estudo detalhado no sentido de apurar se as condições atuais respondem às necessidades.

A aplicação móvel deverá ter a capacidade de efetuar o reconhecimento ótico de caracteres do chassis da viatura por forma a acelerar o processo e reduzir a possibilidade de erro associada á introdução manual de dados por parte do utilizador. Será implementado um módulo de checklists associado á receção da viatura com a possibilidade de registar com fotografias possíveis inconformidades que se possam verificar.

# Referências

- [1] “Anecra - Venda de Viaturas,” *Vendas de Ligeiros de Passageiros*, 2016. .
- [2] S. NICOLA, E. P. Ferreira, and J. Pinto Ferreira, “A NOVEL FRAMEWORK FOR MODELING VALUE FOR THE CUSTOMER, AN ESSAY ON NEGOTIATION,” *Int. J. Inf. Technol. Decis. Mak.*, vol. 11, pp. 661–703, 2012.
- [3] “Nokia’s ultra low-power Wibree joins Bluetooth | Network World.” [Online]. Available: <https://www.networkworld.com/article/2291285/network-security/nokia-s-ultra-low-power-wibree-joins-bluetooth.html>. [Accessed: 21-Oct-2017].
- [4] Rfwireless-World, “Bluetooth Smart,Bluetooth Low Energy tutorial,BLE tutorial,” 2017. [Online]. Available: <http://www.rfwireless-world.com/Tutorials/Bluetooth-Smart-Bluetooth-Low-Energy-BLE-tutorial.html>. [Accessed: 16-Feb-2017].
- [5] M. Kouhne and J. Sieck, “Location-Based Services with iBeacon Technology,” *Proc. - 2nd Int. Conf. Artif. Intell. Model. Simulation, AIMS 2014*, pp. 315–321, 2014.
- [6] C. Swedberg, “Nicklaus Children’s Hospital Uses NFC Tags, BLE Beacons to Manage Inspections, Assets - Page 1 - RFID Journal,” 2016. [Online]. Available: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?14394/>. [Accessed: 13-Feb-2017].
- [7] Derek Major, “Low-cost beacon solution keeps tabs on firefighters -- GCN,” 2016. [Online]. Available: <https://gcn.com/articles/2016/05/12/firefighter-beacons.aspx>. [Accessed: 13-Feb-2017].
- [8] “Eddystone format | Beacons | Google Developers.” [Online]. Available: <https://developers.google.com/beacons/eddytone>. [Accessed: 21-Oct-2017].
- [9] Matouš Havlena, “iBeacons - How do they (technically) work? - Matouš Havlena,” 2017. [Online]. Available: <http://www.havlena.net/en/location-technologies/ibeacons-how-do-they-technically-work/>. [Accessed: 18-Feb-2017].
- [10] Estimote, “What are region Monitoring and Ranging? – Estimote Community Portal,” 2017. [Online]. Available: <https://community.estimote.com/hc/en-us/articles/203356607-What-are-region-Monitoring-and-Ranging->. [Accessed: 13-Feb-2017].
- [11] Aislelabs, “The Hitchhikers Guide to iBeacon Hardware: A Comprehensive Report by Aislelabs (2015) - Aislelabs,” 2017. [Online]. Available: <http://www.aislelabs.com/reports/beacon-guide/>. [Accessed: 16-Feb-2017].
- [12] S. Chaturvedi, “Information Technology and Management Linkages,” *J. Manag. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 72–79, 2005.
- [13] Akron, “Akron,” 2017. [Online]. Available: <http://www.akron.eng.br/automacao-e-rastreabilidade/rfid/metalmecanico>. [Accessed: 16-Feb-2017].

- [14] T. J. Black, P. N. Pathirana, and S. Nahavandi, "Position estimation and tracking of an autonomous mobile sensor using received signal strength," *2008 Int. Conf. Intell. Sensors, Sens. Networks Inf. Process.*, pp. 19–24, 2008.
- [15] Kontakt.io, "Beacon profile: Eddystone – Support Center," 2017. [Online]. Available: <https://support.kontakt.io/hc/en-gb/articles/206853889-Beacon-profile-Eddystone>. [Accessed: 16-Feb-2017].
- [16] "Disney's Magical Wristband | WIRED." [Online]. Available: <https://www.wired.com/2015/03/disney-magicband/>. [Accessed: 19-Oct-2017].
- [17] INGICS, "INGICS | BLE Sensor Beacon / Tag," 2017. [Online]. Available: <https://www.ingics.com/tag.html>. [Accessed: 20-Feb-2017].
- [18] "Sensor Tag Packet." .
- [19] "BlueUp - BlueBeacon USB." [Online]. Available: <http://www.blueupbeacons.com/index.php?page=usb>. [Accessed: 19-Oct-2017].
- [20] ".NET Core, .NET Framework, Xamarin – The 'WHAT and WHEN to use it' – Cesar de la Torre [Microsoft] – BLOG." [Online]. Available: <https://blogs.msdn.microsoft.com/cesardelatorre/2016/06/27/net-core-1-0-net-framework-xamarin-the-whatand-when-to-use-it/>. [Accessed: 19-Oct-2017].
- [21] Microsoft MSDN, "Visão geral do ASP.NET MVC." [Online]. Available: [https://msdn.microsoft.com/pt-br/library/dd381412\(v=vs.108\).aspx](https://msdn.microsoft.com/pt-br/library/dd381412(v=vs.108).aspx). [Accessed: 27-Aug-2017].
- [22] "MSDN Magazine: Data Points - Demystifying Entity Framework Strategies: Model Creation Workflow." [Online]. Available: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/hh148150.aspx>. [Accessed: 27-Aug-2017].
- [23] "Android." [Online]. Available: <https://www.android.com/>. [Accessed: 21-Oct-2017].
- [24] "• Smartphone OS market share worldwide 2009-2016 | Statistic." [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/263453/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>. [Accessed: 18-Oct-2017].
- [25] "Android architecture -framework - Android Tutorial -." [Online]. Available: <http://www.androidinterview.com/android-architecture-framework/>. [Accessed: 20-Oct-2017].
- [26] "Definindo a arquitetura de um projeto de software." [Online]. Available: [https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/fd26864d-cb41-49cf-b719-d89c6b072893/entry/net\\_definindo\\_a\\_arquitetura\\_de\\_um\\_projeto\\_de\\_software1?lang=en](https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/fd26864d-cb41-49cf-b719-d89c6b072893/entry/net_definindo_a_arquitetura_de_um_projeto_de_software1?lang=en). [Accessed: 16-Aug-2017].
- [27] "SOA." [Online]. Available: <http://www.devmedia.com.br/vantagens-e-desvantagens-de-soa/27437>. [Accessed: 16-Aug-2017].
- [28] "675. Andrea Del Sarto. Called 'The Faultless Painter'. Robert Browning.



1909-14. English Poetry III: From Tennyson to Whitman. The Harvard Classics.” [Online]. Available: <http://www.bartleby.com/42/675.html>. [Accessed: 20-Oct-2017].

- [29] EPC, “What is RFID? - EPC-RFID EPC-RFID,” 2016. [Online]. Available: <http://www.epc-rfid.info/rfid>. [Accessed: 16-Feb-2017].
- [30] F. Upgrade, C. Connection, W. U. Interface, R. Interval, T. Control, and P. Whitelist, “BLE \_ WiFi Gateway iGS01 User Guide TECHNOLOGY.” pp. 1–11.
- [31] “Federated SSO, A Primer (SAML, OAuth 2.0, OpenID Connect).” [Online]. Available: <https://www.mandsconsulting.com/federated-sso-a-primer-saml-oauth-2-0-openid-connect/>. [Accessed: 28-Aug-2017].
- [32] “SSL Handshake and HTTPS Bindings on IIS – Unleashed.” [Online]. Available: <https://blogs.msdn.microsoft.com/kaushal/2013/08/02/ssl-handshake-and-https-bindings-on-iis/>. [Accessed: 07-Oct-2017].
- [33] “What is a stakeholder? definition and meaning - BusinessDictionary.com.” [Online]. Available: <http://www.businessdictionary.com/definition/stakeholder.html>. [Accessed: 21-Oct-2017].